DER DIAGONALWINKEL NACH ASCHER IM VERGLEICH MIT ANALYSEN NACH JARABAK ALS RICHTWERT FÜR PROGNOSE UND THERAPIE IN DER KIEFERORTHOPÄDISCHEN PRAXIS

Ursula Greser

1981

Aus der Fachpraxis für Kieferorthopädie, Connollystr. 4 - München

Priv. Doz. Dr. I. Janson

DER DIAGONALWINKEL NACH ASCHER IM VERGLEICH MIT ANALYSEN NACH JARABAK ALS RICHTWERT FÜR PROGNOSE UND THERAPIE IN DER KIEFERORTHOPÄDISCHEN PRAXIS

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Ursula Greser, geb. Kränzlein
aus
Dinkelsbühl

München 1981

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Priv.Doz. Dr. I. Janson
Mitberichterstatter: Prof. Dr. A. Stahl
Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 26. Mai 1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

DISSERTATIONS - UND FOTODRUCK FRANK GmbH
8000 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2809090

Meinem Mann und meinen Kindern gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547022_0005

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
I.	EINFÜHRUNG	1
II.	LITERATURÜBERSICHT zur vertikalen Aussage des Fernröntgenseitenbildes	4
	1. Chronologische Skizze der wichtigsten Autoren	4
	2. Kritische Gegenüberstellung der Literaturaussagen	38
III.	PROBLEMSTELLUNG	46
IV.	EIGENE UNTERSUCHUNG	47
	1. Material	47
	2. Methode	47
	2.1 Fernröntgenseitenbild	47
	2.1.1 Technisches Verfahren	47
	2.1.2 Meßmethode	48
	2.2 Handröntgenaufnahme	55
	2.2.1 Technisches Verfahren	55
	2.2.2 Die Reifestadien	55
	2.3 Statistisches Vorgehen	56
	2.3.1 Mittelwert, Standardabweichung, Variationskoeffizient	56
	2.3.2 Korrelation	56
	2.3.3 Regressionsanalyse	56
	3. Ergebnisse	57
	3.1 Gesichtstyp und vertikale Dimension	57
	3.2 Kephalometrische Werte der Variablen nach ASCHER	59
	3.3 Kephalometrische Werte der Variablen nach JARABAK	60
	3.4 Korrelation der Variablen nach ASCHER und JARABAK	61
	3.5 Regressionsanalyse	62

Seite

V. DISKUSSION 62

1. Aussage des Diagonalwinkels nach ASCHER 62

2. Aussage der Analyse nach JARABAK 64

3. Vergleich der Punkte V. 1. und V. 2. 66

3.1 Gegenüberstellung der Referenzpunkte und -linien nach ASCHER und JARABAK 66

3.2 Gegenüberstellung der Aussagen der Analysen von ASCHER und JARABAK nach den vorliegenden Ergebnissen 68

VI. SCHLUSSFOLGERUNG 70

VII. ZUSAMMENFASSUNG 72

VIII. LITERATURVERZEICHNIS 74

IX. ABBILDUNGEN und TABELLENANHANG 80

X. DANKSAGUNG 97

XI. LEBENSLAUF 98

I. EINFÜHRUNG

Zur Erforschung des Aufbaues des menschlichen Schädels wurden bereits im vorigen Jahrhundert wegweisende Untersuchungen von bedeutenden Anthropologen vorgenommen, insbesondere von VIRCHOW[66] (1857) und WELCKER[67-68] (1862, 1896). Ihre Arbeiten gehören zur Basis der in der heutigen Kieferorthopädie so wichtigen Kephalometrie.

In den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts beeinflußte dann weiter SIMON[62] (1922) durch das Analysieren von Gesichtsfotos nachhaltig die Denkweise in der Orthodontie.

Die Einführung der Fernröntgentechnik und die röntgenografische Kephalometrie schließlich wurden im Jahre 1931 von HOFRATH[34] in Deutschland und BROADBENT[17] in Amerika unabhängig voneinander eingeführt. Dieses sogenannte Fernröntgenseitenbild erlaubt gleichzeitig eine zweidimensionale Darstellung von Skelettstrukturen des Gesichtsschädels sowie der umgebenden Weichteile, so daß die Lage des Zahnsystems innerhalb des gesamten Viszerokraniums sowie die Beziehung der einzelnen Teile zueinander besser beurteilt werden konnten.

Die weitere Entwicklung verlief sehr unterschiedlich. Während es in Europa noch viele Jahre dauerte bis dieses wertvolle Hilfsmittel für Diagnose, Prognose und Therapie in der kieferorthopädischen Praxis zur Anwendung kam, fand die Fernröntgenseitenaufnahme in Amerika schon bald routinemäßig Eingang in Wissenschaft und Praxis.

Die technische Weiterentwicklung der Röntgenapparaturen vereinfachte diese zweidimensionale röntgenologische Aufnahmemöglichkeit des Schädels in der Norma lateralis und verbesserte das Verfahren durch Standardisierung der Aufnahmetechnik (Zentralstrahl durch den äußeren Gehörgang, gleichbleibende Film-Fokus-Entfernung, Belichtungsdauer, Stromart, Voltstärke; siehe auch S. 47).

Heute wird die röntgenografische Kephalometrie in der internationalen Kieferorthopädie für die Analyse eines Behandlungsfalles generell als unerläßlich akzeptiert. Bezüglich der verschiedenen Auswertungsverfahren sind die Diskussionen jedoch noch lange nicht beendet.

Die Zahl der heute international zur Verfügung stehenden Analyseverfahren ist demnach sehr groß. Schon 1957 stellten KROGMAN und SASSOUNI[42] in einem Syllabus 45 verschiedene Verfahren zur röntgenografischen Beurteilung eines Falles zusammen. Dabei erkannten sie das Problem, daß diese Analysen leider nicht die gleiche Aussage für die Behandlungskonsequenz brachten.

Heute sind in der internationalen Kieferorthopädie weit über 100 Arten von Analysen* bekannt. Gerade diese Vielzahl kephalometrischer Untersuchungsmethoden weist auch auf die Unsicherheit hin, die bei der Beurteilung von Gesichts- und Schädelmorphologie noch vorliegt. Mit immer wieder neu eingeführten Meßmethoden und Interpretationen wird versucht, detaillierte und brauchbare Aussagen zu ermöglichen. Praxis und Erfahrung zeigen, daß viele Analysen und die daraus abgeleiteten Konsequenzen nicht voll befriedigen.

Hauptursachen für diese Unklarheiten sind:

1. Einmal die stets wiederkehrende Frage nach der Sicherheit der Referenzpunkte. Implantatstudien und Stereoröntgen-Aufnahmetechnik sind hierzu bis heute die wichtigsten Bausteine auf der Suche nach mehr Sicherheit.

*) Aus Gründen der Vereinfachung wird in dieser Arbeit der schlagwortartige Begriff "Analyse" gebraucht, wohlwissend, daß die meisten Meßmethoden immer auch auf den Erkenntnissen vorausgegangener Wissenschaftler aufbauen.

2. Zum anderen die Verwendung von Normen in den meisten Auswertungsverfahren bezüglich der Beurteilung von Einzelbefunden anstelle der sogenannten individuellen Norm und gleitender Variablen (HASUND[27], LAVERGNE und GASSON[45-46]), die der individuellen Variationsbreite für Morphologie und Wachstum gerecht werden.

Berechtigte Kritik richtet sich vor allem auch daran aus, daß bei der Beurteilung der Kieferrelationen von vielen Autoren die sagittale Dimension zu sehr und die vertikale Dimension zu wenig berücksichtigt wird. Insbesondere A. M. SCHWARZ[58-61], BJÖRK[8-16], SCHUDY[56-57], ASCHER[1-5], JARABAK[38-39] und HASUND[22] weisen darauf hin, daß die sagittale Kieferbasenrelation stets in Abhängigkeit von der vertikalen Kieferbasenrelation gesehen werden muß.

In der vorliegenden Arbeit soll daher insbesondere die vertikale Dimension des Fernröntgenseitenbildes in Abhängigkeit von der sagittalen Relation Beachtung finden.

II. LITERATURÜBERSICHT

zur vertikalen Aussage des Fernröntgenseitenbildes

1. Chronologische Skizze der wichtigsten Autoren

VIRCHOW (zit. unter WELCKER, 1862) und
WELCKER (1862)

Die röntgenologische Kephalometrie ist eine Weiterführung der grundlegenden Forschungsarbeiten, die u. a. von VIRCHOW[66] und WELCKER[67-68] am mazerierten Schädel vorgenommen wurden. Sie brachten verschiedenartige Linien- und Winkelmessungen in Beziehung zueinander und beschreiben den Einfluß der Gebißsphäre auf den gesamten Schädelaufbau. Die Erscheinungsform der "Orthognathie" bzw. der "Prognathie" sollte durch das Messen der Gesichtslinie nx und des Nasenwinkels bnx erfaßt werden.

Der Punkt x, als vordere Begrenzung des Alveolarfortsatzes des Oberkiefers definiert, entspricht dem später von DOWNS[22-23] eingeführten A-Punkt.

Sowohl VIRCHOW als auch WELCKER stellten u. a. Vergleiche zwischen dem kindlichen und dem erwachsenen Schädel an. Dabei wurden bestimmte charakteristische Merkmale der Punkte Basion (b), Nasion (n) und des Punktes x des jeweils untersuchten Schädels herausgestellt. Weiter fand VIRCHOW, daß sich der Sattelwinkel (nsb) mit zunehmendem Alter verkleinert.

A. M. SCHWARZ (1935, 1936, 1937, 1958)

Mit seiner "Röntgenostatik" schafft A. M. SCHWARZ[61] 1958, aufbauend auf den Erkenntnissen früherer Untersuchungen[58-60], ein Schlüsselbuch für die deutsche Kephalometrie, deren Einfluß auf die europäische Kephalometrie bis heute deutlich erkennbar ist, wie z. B. das Studium der "Kephalometrie nach HASUND[27]" zeigt.

SCHWARZ konzentriert sich in seiner Analyse besonders auf die Lage des Unterkiefers im Gesichtsschädel. Sie wird nach seiner Auffassung in zweifacher Weise festgelegt:

- einerseits durch die Verzahnung (= gnathische Relation)
- andererseits durch die Lage des Kiefergelenks im Schädel (= kraniometrische Relation).

Die Lage des Oberkiefers ist nach seiner Auffassung der ganzen Länge nach durch seine Verwachsung mit dem Schädelskelett eindeutig bestimmt.

Die ideale Stellung der Kieferbasen, als Neutrallage im sogenannten Mittelwertgebiß difiniert, sieht SCHWARZ[61] dann gegeben, wenn im Fernröntgenseitenbild das Pogonion (pgo) fast genau auf der nach unten verlängerten AB-Geraden liegt, "so daß die AB-Gerade mit der A-pgo-Geraden zusammenfällt". Diese A-pgo-Gerade verbindet die vorderen Endpunkte der Maxilla (A) und der Mandibula (pgo). In der Verlängerung nach oben bis zur Spinaebene (SpP) soll diese Linie mit der SpP einen Winkel von 90° bilden (gleich dem AB-Winkel von vorn gemessen). Damit liegt ein ideales Lageverhältnis der Kieferkörper zueinander vor. Dieser Winkel A-pgo zu SpP wird als Maxilla-Mandibula-Winkel oder MM-Winkel bezeichnet.

Bei Regelbißverzahnung sind jedoch vom Mittelwert abweichende, sagittale Lagebeziehungen möglich, je nachdem, ob die Kieferbasen Vorstand oder Rückstand, Schwenkung nach vorn oder nach hinten aufweisen.

Ein besonderes Verdienst von SCHWARZ ist die Aufgliederung des menschlichen Normalprofils (9 Spielarten sind denkbar), bestimmt durch die kraniometrischen Messungen von:

1. Ante- und Retroposition des Oberkiefers (lesbar durch den Fazialwinkel).
2. Ante- und Retroinklination des Oberkiefers (definiert durch den Inklinationswinkel Pn-Spinaebene).
3. Gelenkshoch- und -tiefstand (bestimmt durch den sogenannten H-Winkel, der aus der Frankfurter Horizontalen und Pn gebildet wird).

Mit dem Zusammenspiel von Vor- und Rückstand und Gebißneigung in der Horizontalen kommt noch eine vertikale Komponente hinzu. Als Beispiel gibt SCHWARZ[58] an, daß bei der Schwenkung nach hinten die Spee'sche Kurve steiler verläuft.

Die verschieden hohe Einlagerung des Kiefergelenks in der mittleren Schädelgrube soll den Neigungsgrad der Horizontalen in ihrer Beziehung zur NSe-Linie beeinflussen und bestimmt den Wert des H-Winkels. Der H-Winkel weist somit die vertikale Position des Kiefergelenks nach. Bei Mittelwertgesichtern, d. h. bei Gesichtern mit ausgewogener Morphologie, verläuft die Horizontale annähernd parallel zur NSe-Linie.

Sagittale wie vertikale Abweichungen ergeben sich hieraus:

a) Bei Gelenkshochstand (Supraposition) verlagert sich der Unterkiefer nach hinten oben (Abb. 1).

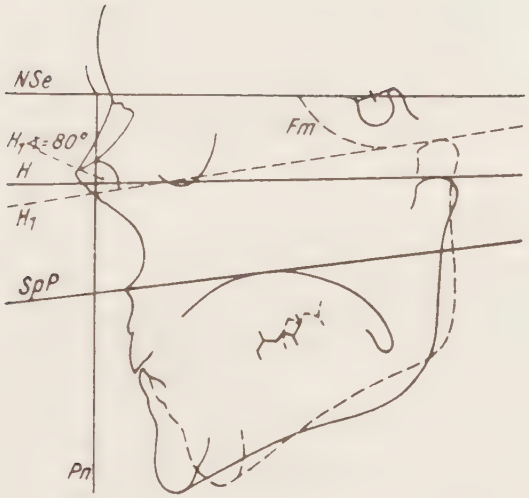


Abb. 1: Kraniometrische Bestimmung des Unterkiefers; Variation des Gelenkstandes (Supraposition). Aus: A. M. SCHWARZ, Die Röntgenostatik (1958), S. 28.

Das Kieferprofil neigt sich weiter nach hinten, ähnlich bei "Rückbiß oder bei Retroinklination". Die mittlere Schädelgrube ist eher flach.

Daraus folgt, daß bei Supraposition der Abstand Sella zum Ohrpunkt kleiner ist als bei Infraposition. Der aufsteigende Ast des Unterkiefers reicht weit nach oben, das Kinn weicht zurück, und auch die Kauebene steigt steiler nach oben. Diese Beobachtung soll jedoch, so empfiehlt SCHWARZ[61], in Abhängigkeit zur Unterkieferlänge gesehen werden.

b) Bei Gelenkstiefstand (Infraposition) verlagert sich der Unterkiefer nach vorn unten (Abb. 2),

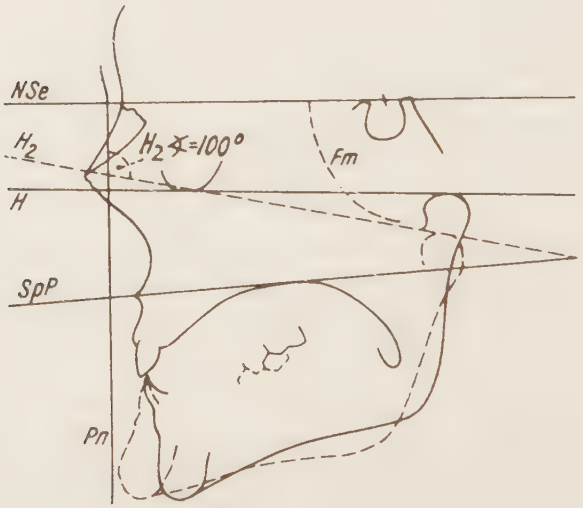


Abb. 2: Kraniometrische Bestimmung des Unterkiefers; Variation des Gelenkstandes (Infraposition). Aus: A. M. SCHWARZ, Die Röntgenostatik (1958), S. 28.

das Kinn springt vor, die Kauebene verläuft flach, das gesamte Kieferprofil neigt sich nach vorn.

Dabei ist die Horizontale nach hinten unten geneigt, der Abstand Sella zum Ohrpunkt wird größer bei einer tieferen mittleren Schädelgrube.

Für diese beiden Drehstellungen des Unterkiefers (Supraposition und Infraposition des Kiefergelenks) vermutet SCHWARZ das Zentrum in der Gegend um den Orbitalpunkt.

SCHWARZ zeigt, daß Kompensationen von Supra- und Infrapositionsmerkmalen möglich sind und zu einem ausgewogenen Gesichtsprofil führen können: besonders kurzer aufsteigender Unterkieferast in Verbindung mit tatsächlich vorliegendem Gelenkstiefstand und umgekehrt: verlängerter aufsteigender Ast mit tatsächlich vorliegendem Gelenkshochstand.

KORKHAUS (1936, 1959)

Zur vergleichenden Erfassung der vielfältigen morphologischen Einzelheiten analysiert KORKHAUS[40-41] am Fernröntgenseitenbild zunächst stufenweise

- primär die Lage der Zähne zu den Kieferbasen,
- dann die Relationen zwischen Oberkiefer und Unterkiefer im Kieferbasiswinkel
- und schließlich das Verhältnis vom Gesichts- zum Gehirnschädel.

Diesen Einzelmessungen folgt dann eine zusammenfassende, koordinierende Betrachtung des gesamten Schädelaufbaus, etwa im Sinne des Netzdiagramms von de COSTER[21].

KORKHAUS möchte für die Diagnosestellung zunächst Klarheit über den konstruktiven Bereich des Kauorgans bekommen, ohne dabei den Blick auf den gesamten Gesichtsschädel zu verlieren. Der Aufbau des Gesichtsschädels kann, wie auch SCHWARZ[61] darstellt, trotz ähnlicher Befunde im gnathischen Bereich bei den einzelnen Individuen recht verschieden sein. Dabei kann sich der pathologische Charakter der entsprechend vorliegenden Zahn- und Gebißfehlstellungen verstärken oder abschwächen.

KORKHAUS[40-41] befürwortet eine Trennung des gnathometrischen und des kraniometrischen Bereiches.

1. Gnathometrische Untersuchung:

   1.1 Bereich der Zähne und der Alveolarbögen im Verhältnis zur Kauebene.

   1.2 Bereich des gesamten Gebisses, d. h. die Lagebeziehungen der Zähne und Alveolarfortsätze zu ihren Kieferkörpern (Oberkiefer- und Unterkieferbasisebene).

2. Kraniometrische Untersuchung:

   2.1 Bereich des gesamten Gesichtsschädels, d. h. die Lagebeziehungen des Gebisses innerhalb des Gesichtsschädels zur Ohr-Augen-Ebene; Abb. 3).

   2.2 Bereich des gesamten Kopfes, d. h. die Beziehung des Gesichtsschädels zum Gehirnschädel.

Abb. 3: Analyse des Fernröntgenseitenbildes nach KORKHAUS; kraniometrische Untersuchung: Das Gebiß innerhalb des Gesichtsschädels. Aus: Die Bedeutung des Fernröntgenbildes für die kieferorthopädische Praxis. Fortschr. Kieferorthop. 20, 7 (1959)

Bei dieser Differenzierung gibt KORKHAUS jedoch zu bedenken, daß eine biogenetische Trennung beider Gebiete durch eine gedachte Ebene - hier die Oberkiefergrundebene - nicht gegeben sein kann. Einflüsse, ausgehend von den Synchondrosen an der Schädelbasis, das Suturenwachstum des Mittelgesichts und die Wachstumszentren des Unterkiefers, insbesondere des Kiefergelenkknorpels, wirken sich auf die Gebißsphäre aus.

Zur Untersuchung der vertikalen Dimension führt KORKHAUS an, daß die Winkel, gebildet aus Okklusionsebene und Frankfurter Horizontalen sowie aus Mandibularebene und Frankfurter Horizontalen, in der Auswirkung erst voll verständlich werden, wenn sie tatsächlich in gnathometrische und kraniometrische Anteile aufgegliedert werden.

BROADBENT (1937)

Die ersten Untersuchungen über Wachstumsveränderungen im Gebiß- und Gesichtsskelett des Menschen liegen von BROADBENT[18] vor. Seine Longitudinalstudien basieren auf Überlagerungen von Fernröntgenseitenbildern eines Individuums, beginnend beim Neugeborenen bis zum Erwachsenen. Die Referenzpunkte zur Überlagerung liegen außerhalb des Gesichtsskeletts (BOLTON-plane).

Aus seinen Untersuchungen leitet er ein Unterkieferwachstum ab, das fast genau in Richtung einer Linie von Sella zu Gnathion verläuft, aufgeteilt in eine Vorschubkomponente und in eine Senkungskomponente des Gnathions. Zeitweise kann die senkrechte dann wieder die waagrechte Wachstumskomponente überwiegen. Der Oberkiefer verschiebt sich parallel nach unten, im anterioren Segment etwas mehr als im posterioren. Damit beschreibt er eine Veränderung im Sinne einer sagittalen und vertikalen Translation mit unterschiedlichem Ausmaß und unterschiedlicher Intensität während des beobachteten Entwicklungszeitraums.

BRODIE (1941, 1959)

BRODIE[19-20] hat ebenfalls in Langzeitstudien sowohl sagittale wie vertikale Gesichts- und Kieferbeziehungen untersucht. Er inaugurierte die proportionale Messung der hinteren und vorderen Gesichtshöhe sowie die lineare Messung der Gesichtstiefe. Als weiteren vertikalen Indikator verwendet BRODIE das Verhältnis zwischen der Höhe des Untergesichtes und der totalen anterioren Gesichtshöhe sowie die Y-Achse (Verbindung von Sella zu Gnathion; Abb. 4).

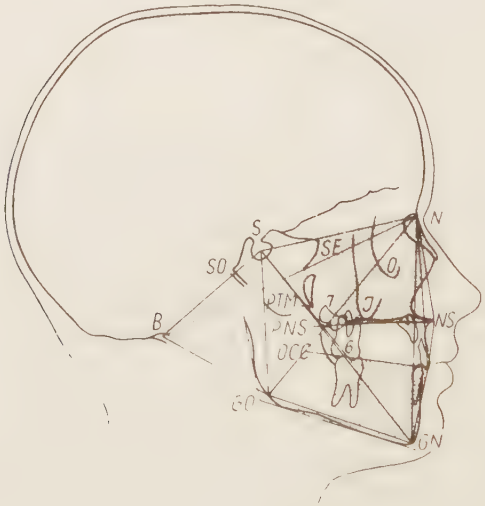


Abb. 4: Übersichtszeichnung eines Fernröntgenseitenbildes nach A. G. BRODIE. Aus: Wie wir den Gesichtsschädel erforschten. Fortschr. Kieferorthop. 20, 107 (1959)

BJÖRK (1947, 1955, 1968, 1969, 1971)

Die Grundlage für BJÖRKs Studien bilden longitudinelle Untersuchungen bei Patienten mit Metallimplantaten (1,5 mm große Tantalumstifte), die in wachstumsstabile Knochenregionen eingesetzt worden waren. Die Untersuchungen wurden in verschiedenen Altersstufen, differenziert nach der skelettalen Reife der Patienten, durchgeführt.

BJÖRK [8-14] lenkt primär die Aufmerksamkeit auf die vielgestaltige individuelle Variabilität der Gesichtsmorphologie. Dabei sind die Veränderungen im sagittalen Bereich leichter zu erkennen und zu beschreiben als Veränderungen im vertikalen Bereich.

Weiter erkennt BJÖRK [9-14] immer genauer, daß das Wachstum des Gesichtsskelettes in allen Richtungen variiert. Es zeigt sich, daß sowohl mit einem linearen Größerwerden der skelettalen Anteile (Translation) und einer räumlichen Drehbewegung (Rotation) während der Wachstumsperiode gerechnet werden muß.

Damit hebt BJÖRK neben den bekannten Translationsveränderungen im Skelettbereich das Rotationsverhalten als wesentlichen Faktor für die oft unterschiedlichen Beziehungen der einzelnen Teile während der gesamten Entwicklungsphase hervor. Die große Unsicherheit bei den Veränderungen im vertikalen Bereich kann demnach durch die abgelaufene unterschiedliche Rotation der einzelnen Skeletteile, die das Totalbild verschleiern bzw. verändern, bedingt sein.

BJÖRK befaßt sich insbesondere mit der sogenannten mandibulären Rotation. Seine Analyse hat so eine radikale Umstellung früherer Ansichten zur Folge. Dies bezieht sich speziell auf die vertikalen Kieferbeziehungen, da die Methode mit Röntgenbildüberlagerungen auf den Metallimplantaten (Abb. 5) anschaulich eine größere Rotation nachweist, als dies mit den üblichen Methoden möglich war.

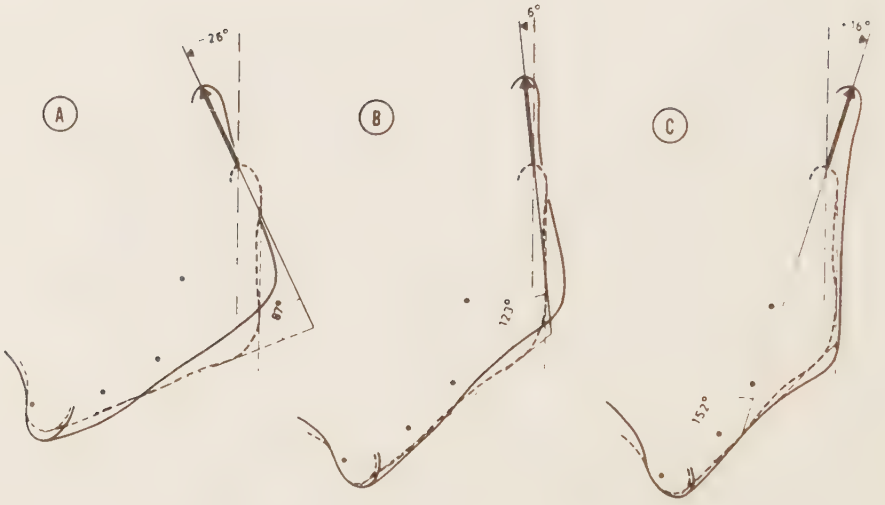


Abb. 5: Überlagerung von Anfangs- und Schlußfernröntgenseitenbildern auf Implantaten, die in wachstumsstabile Zonen eingesetzt sind. B zeigt mittlere Wachstumsrichtung der Kondylen, A zeigt extrem vertikale und C extrem sagittale Richtung des kondylären Wachstums. Aus: BJÖRK, Variations in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implant method. J. dent. Res. 42, 406 (1963)

Die Rotationen des Unterkiefers finden in zwei Richtungen statt. In der Mehrzahl der Fälle erfolgt eine anteriore Rotation der Mandibula, seltener eine posteriore.

Bei der anterioren Rotation beschreibt er vorerst drei Rotationszentren:

1. Zentrum in den Gelenken,
2. Zentrum in den inzisalen Kanten der unteren Schneidezähne,
3. Zentrum im Prämolarengebiet.[16]

Bei der posterioren Rotation der Mandibula lassen sich zwei Rotationszentren vermuten:

1. in den Gelenken,
2. im Okklusionspunkt der letzten Molaren.

Obwohl die Hälfte der Rotationen am Unterkieferrand durch kompensatorische Veränderungen (Knochenapposition und -resorption) und vier Fünftel am hinteren Ramusrand durch kompensatorische Umformung verdeckt werden, sind trotzdem charakteristische Strukturen auf einer Fernröntgenseitenaufnahme erkennbar. Diese dienen zur Beurteilung der jeweils abgelaufenen Wachstumsveränderungen, eingeteilt in Translations- und Rotationseffekte. Mit der sogenannten strukturellen Analyse nach BJÖRK zur Abschätzung der zu erwartenden Wachstumsrichtung arbeiten heute viele Kieferorthopäden.

Folgende strukturellen Kennzeichen der Morphologie der Mandibula und der Position bestimmter Zahngruppen sind heute bedeutsam (zitiert nach HASUND[27]):

1. Die Form und Neigung der Kondylen:

   Ist ein Kondylus nach distal abgebogen, so resultiert daraus eine posteriore Rotation der Mandibula, wobei die Symphyse zurückschwingt. Der Kinnpunkt wird nach hinten verlagert. Ein Kondylus, der mehr nach oben in die Vertikale zeigt, ergibt eine anteriore Rotation mit Schwenkung der Symphyse nach vorn. Das Kinn wird prominenter.

2. Die Knochenstruktur um den Canalis mandibularis:

   Trotz kompensatorischer Apposition und Resorption während des Wachstums, gibt der Mandibularkanal die ursprüngliche Form der Mandibula wider.

3. Der Unterrand der Mandibula und die Dicke der Symphyse.

4. Die Neigung der Symphyse.

5. Der Interinzisalwinkel.

6. Die Achsenstellung der unteren Inzisivi.

7. Die Achsenstellung der Molaren und Prämolaren im Unterkiefer.

8. Die untere Gesichtshöhe.

Im Jahre 1971 geben HELM, SIERSBAEK-NIELSEN, SKIELLER und BJÖRK[32] 8 Stadien zur skelettalen Reife an, nach denen die Zeitabschnitt vor, während und nach dem pubertären Wachstumsschub einzuordnen sind (Abb. 6).

Dabei wird sowohl der Befund der zunehmenden Verschmelzung der Epiphysenfuge der Phalange von Zeige- und Mittelfinger als auch der Befund der Ossifikation des ulnearen Sesamoids des Daumens zugrunde gelegt. Zur Charakterisierung der skelettalen Reife kurz vor, während und beim Abklingen des intensivsten Wachstums, sind nach LAGER[43] für den behandelnden Kieferorthopäden drei Stadien von Interesse:
das PP_2-, das $MP_{3cap.}$- und das MP_{3u}-Stadium (s. auch S. 55).

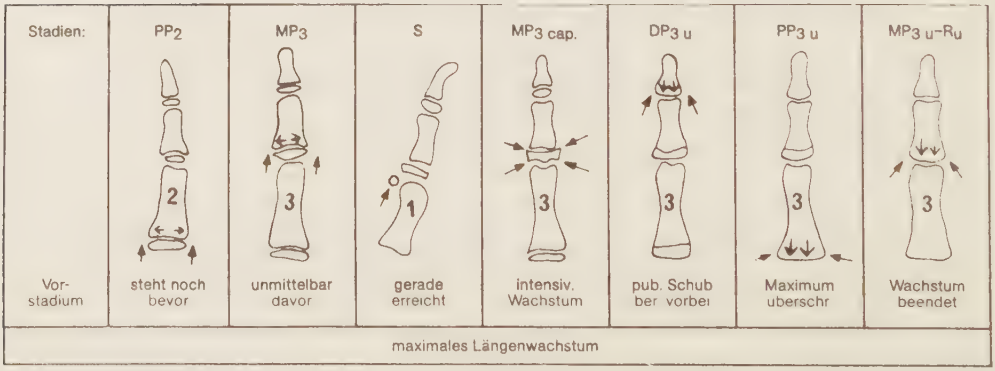


Abb. 6: Übersicht über die skelettalen Reifestadien der Hand nach HELM et al.

DOWNS (1948, 1952)

Auch in der angloamerikanischen Literatur ist eine Differenzierung, ähnlich wie bei SCHWARZ und KORKHAUS, zwischen Gnathometrie und Kraniometrie zu finden. DOWNS[22-23] z. B. unterscheidet zwischen Kiefer- und Gesichtsschädelbereich mit der Frankfurter Horizontalen als Hauptbezugsebene. KORKHAUS bezeichnet dies als inkonsequent, da die Frankfurter Horizontale bereits außerhalb der Gebißsphäre liegt.

Zur Vertikalaussage wird im Kieferbereich (denture pattern) die Neigung der Frankfurter Horizontalen zur Okklusionsebene gemessen, im Schädelbereich (skeleton pattern) die Neigung der Frankfurter Horizontalen zur Mandibularebene. Zur Bestimmung der Wachstumsrichtung wird bei DOWNS die y-Achse herangezogen und der Winkel gemessen, den die y-Achse mit der Frankfurter Horizontalen einschließt.

TWEED (1954)

Den Frankfurt-Mandibularebenen-Winkel verwendet TWEED[65] wie auch DOWNS, um bei der Therapie von Fällen mit "Distalokklusion" die Extraktionsfrage zu klären. Werte über 28° für diesen Winkel bedeuten für ihn eine schlechte Prognose für die Behandlung der angesprochenen Malokklusion ohne Extraktion.

HAUSSER (1956, 1974, 1976)

Auch HAUSSER[29-31] bezieht sich in seiner röntgenografischen Diagnostik in großem Ausmaß auf SCHWARZ. Für ihn ist die Klärung der Zahnachsenstellung zur entsprechenden Kieferbasis, die Messung des Kieferbasiswinkels (Grundebenenwinkel) und des Gonionwinkels sowie das Herausfinden von Besonderheiten im Gesichts- und Schädelaufbau von besonderer Wichtigkeit, und er bezieht den Schädelbasiswinkel (= Sphenoidalwinkel) mit ein.

Weiter bestimmt er ebenfalls den H-Winkel für den Gelenkstand, den Inklinationswinkel für die Ante- bzw. Retroinklination des Oberkiefers und den Fazialwinkel für die Ante- bzw. Retroposition des Oberkiefers entsprechend den Angaben von SCHWARZ.

Bei der Befunderhebung trennt HAUSSER nicht so streng wie KORKHAUS und SCHWARZ zwischen Kraniometrie und Gnathometrie. Er unterstreicht, daß die kraniometrischen Besonderheiten den Gesichtstyp charakterisieren und deshalb stets mitberücksichtigt werden müssen, auch für die Aussagen im dentoalveolären Bereich.

Bei der Behandlungsplanung muß zuerst dieser Gesichtstyp individuell charakterisiert werden, was dann oft zur Indikation anderer therapeutischer Maßnahmen als derjenigen führt, die ausschließlich aufgrund von Modell- und Fotobefunden notwendig erschienen.

Neben der rein morphologischen Beschreibung von Gebiß- und Gesichtstypen bezieht HAUSSER[30] auch Aussagen zur "Wachstumsprognose" in seine kephalometrische Analyse ein: die Winkelsumme nach BJÖRK[8] und das Verhältnis von hinterer zu vorderer Gesichtshöhe nach JARABAK[38-39].

1956 führt HAUSSER[29] eine Untersuchung über die Einlagerung des Gebisses im Schädel bei anatomisch korrekter Okklusion durch. Die Probanden waren nach verschiedenen Altersstufen (Gruppen von 6-9, 10-13, 14-17 und 18-30 Jahren) gegliedert. Es zeigte sich, daß

1. der Inklinationswinkel mit zunehmendem Alter abnahm, d. h. im kindlichen und jugendlichen Alter liegt eine größere Gebißschwenkung nach hinten vor, die erst durch das verstärkte Vertikalwachstum im distalen Teil des Mittelgesichts abnimmt;
2. eine Größenzunahme des aufsteigenden Astes um fast das Doppelte erkennbar war und
3. die Lage des Sphenoidalwinkels bei den einzelnen Individuen stark variierte und somit den Profilverlauf durch die damit zusammenhängende Gebißschwenkung beeinflußte. Die "Drehung" des Sphenoidalwinkels hat fast das gleiche Ausmaß wie die Gebißschwenkung.

Insgesamt fand er eine große Streuung der Einzelmessungen, nicht nur der einzelnen anatomischen Gegebenheiten, sondern auch ihrer Beziehungen untereinander bei korrektem Regelgebiß. Als Schlußfolgerung verweist HAUSSER auf die große individuelle Variabilität im Gesichtsschädelaufbau.

SASSOUNI (1962, 1969, 1971)

Sehr eingehend hat sich SASSOUNI[52-54] mit der Röntgenkephalometrie auseinandergesetzt. Basierend auf den Erfahrungen der vergleichenden Untersuchungen des "Syllabus"*(KROGMAN und SASSOUNI[42]) warnt er davor, Winkelmessungen allein vorzunehmen. Linien- und Winkelmessungen kombiniert seien wesentlich korrekter und im Vergleich zu nur dimensionalen Messungen seien proportionale Messungen (ratios) aussagekräftiger. Auch bei projizierten Messungen sollte man eine gewisse Vorsicht walten lassen: wenn der Bezugspunkt nicht in unmittelbarer Nachbarschaft der Bezugsebene liegt, kann die Projektion die Größe einer Struktur bis zur Unkenntlichkeit verändern. Denn schon die bilateralen Strukturen sind bereits durch Mittelung auf die Median-Sagittal-Ebene projiziert. Eine nochmalige Projektion verwischt das Ergebnis.

SASSOUNI entwickelt die sogenannte archiale Analyse: Auf geometrische Weise (Kreisbögen) werden die Veränderungen in Größe, Proportion und Position der fazialen Anteile während des Wachstums beschrieben und die Durchzeichnungen werden auf einer Linie überlagert, die den Supraorbitalpunkt mit der kaudalsten Kontur der Sella turcica verbindet. Weiter zeichnet er die beiden Kiefergrundebenen und die Kauebene ein und verlängert sie nach hinten. Die Neigungen der Maxilla-Mandibula-Ebenen zeigen hier während des Wachstums keine Veränderungen. Mit zunehmendem Alter neigt sich nur die Kauebene deutlich abwärts und rückwärts.

---

*) "Syllabus" - 45 Analyseverfahren für ein und dieselbe Malokklusion (Klasse II/1)

SASSOUNI definiert die Relationen der fazialen Strukturen mit Hilfe von Kreisbögen, die die einzelnen Referenzpunkte tangieren oder in einem meßbaren Abstand daran vorbeigezogen werden. Auch die vertikalen Schädelbeziehungen werden untersucht. Mit dem Begriff "vertikale Balance" weist SASSOUNI auf eine vertikale Symmetrie hin, wobei die Oberkiefergrundebene (palatal plane) die Symmetrieachse darstellt (ANS verhält sich zur vorderen Schädelbasis (NS) wie ANS zur Mandibularebene, ebenso PNS zu NS wie PNS zur Mandibularebene).

Von SCHWARZ übernimmt SASSOUNI den Grundebenenwinkel (Kieferbasiswinkel).

Aufgrund seiner kephalometrischen Erfahrungen klassifiziert SASSOUNI verschiedene Gesichtstypen (Abb. 7), wobei er dentale und skelettale Erscheinungsformen berücksichtigt.

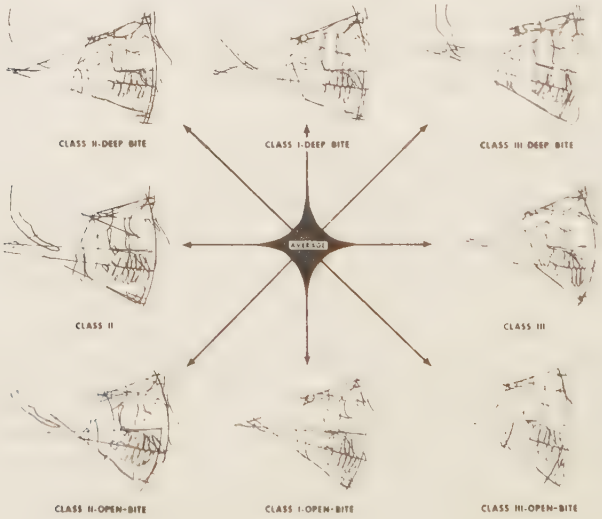


Abb. 7: Übersicht über verschiedenartige Gesichtstypen; skelettale Abweichungen in sagittaler und vertikaler Dimension sowie Kombinationsformen. Aus: SASSOUNI, Skeletal facial types. Amer. J. Orthodont. 55, 119 (1969)

Hinsichtlich der skelettalen Strukturen erfolgt die Einteilung in vier Gesichtstypen (facial types):

1. skelettaler Tiefbiß (skeletal deep bite),
2. skeletal offener Biß (skeletal open bite),
   1. und 2. sind Merkmal einer Abweichung in der vertikalen Dimension,
3. skelettale Klasse II,
4. skelettale Klasse III,
   3. und 4. sind Merkmal einer Disharmonie in der sagittalen Dimension.

Die vier Gesichtstypen können untereinander kombiniert bzw. kompensiert sein, z. B. "skelettale Klasse II" mit Tiefbiß oder "skelettale Klasse III" mit offenem Biß.

Bezüglich der Wachstumstendenz gibt SASSOUNI[55] den Hinweis, daß bei den skelettal offenen Basisrelationen das Unterkieferwachstum hauptsächlich im vertikalen Muster, bei den skelettal tiefen Basisrelationen hauptsächlich im horizontalen Muster verläuft.

SCHUDY (1964, 1965)

SCHUDY[56-57] hat ebenfalls vertikale und horizontale Wachstumsmuster und die dafür verantwortlichen Rotationszentren untersucht. Er unterteilt das mandibuläre Wachstum wie JARABAK[38-39] (siehe S. 31) in eine neutrale "clockwise" und "counter-clockwise" Wachstumstendenz.

Nach den Untersuchungen von SCHUDY[57] liegt der Rotationspunkt bei einem "clockwise" Wachstum in den Kondylen, das Kinnwachstum bleibt hierbei zurück, die Mandibularebene wird steiler. Beim "counter-clockwise" Wachstum hingegen liegt der Rotationspunkt im okklusalen Kontakt des am meisten distal liegenden Molaren. Hierbei verstärkt das Abflachen der Mandibularebene die tiefe Relation der Kieferbasen.

Aufgrund seiner Untersuchung stellt er fest, daß nur die Beachtung aller Details eine Beurteilung des Unterkieferwachstums ermöglicht:

A) Überwiegendes Wachstum der Kondylen, jedoch sehr wenig Wachstum des Corpus mandibulae.

B) Gutes Wachstum des Corpus, jedoch fast kein kondyläres Wachstum.

C) Das vertikale Molarenwachstum überwiegt im Vergleich zu den Schneidezähnen.

D) Das Herauswachsen der Schneidezähne war stärker als das der Molaren.

E) Eigenständiges Wachstum einzelner Segmente in der Mandibula.

Zusammenfassend bezeichnet SCHUDY den Vektor des Kinnwachstums als "Ergebnis des Kampfes von vertikalem und horizontalem Wachstum", anders ausgedrückt, als Ergebnis des kondylären Wachstums und des Vertikalwachstums der Molaren.

In vielen Fällen wächst der Unterkiefer ganz gleichmäßig an allen Punkten, er kann aber auch unproportional und einseitig an irgendeiner Stelle und mit verschiedenem Schnelligkeitsgrad wachsen. Die Kondylen können z. B. sehr schnell wachsen und der Korpus wenig oder gar nicht bzw. umgekehrt.

Weiter versucht SCHUDY zu beweisen, daß auch das vertikale Wachstum des Oberkiefers für die Ausprägung der individuellen Gesichtsmorphologie, insbesondere für die Neigung des Unterkiefers, in großem Maß mitverantwortlich ist.

SCHUDY führt den Begriff der Gesichtsdivergenz (facial divergence) ein. Mit Hyperdivergenz (Abb. 8A) und Hypodivergenz (Abb. 8B), ausgedrückt in dem Winkel Nasion-Sella - Mandibularebene, klassifiziert er sowohl die Gesichtshöhe als auch die Gesichtstiefe.

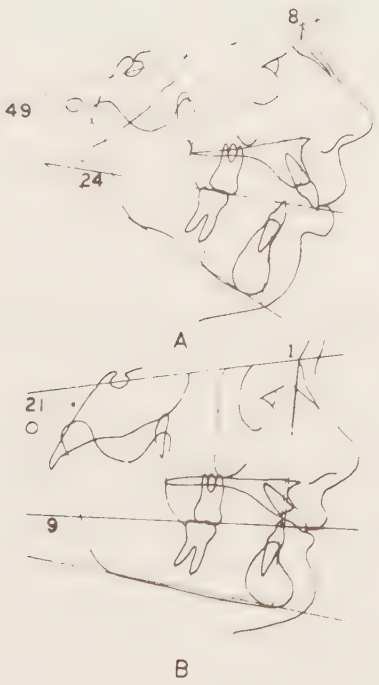


Abb. 8: Die Abbildung zeigt zwei unterschiedliche Gesichtstypen (nach SCHUDY).
A) Im hyperdivergenden Gesicht überwiegt das vertikale anteriore Gesichtswachstum, das kondyläre Wachstum bleibt zurück.
B) Im hypodivergenden Gesicht überwiegt das kondyläre Wachstum, das vertikale Wachstum des Untergesichts bleibt zurück.
Aus: SCHUDY, The rotation of the mandible resulting from growth: its implications in orthodontic treatment. Angle Orthodont. 35, 41 (1965)

Die Gradzahl der fazialen Divergenz verdeutlicht das Ausmaß der Unterkieferrotation, ebenso der Wert des Gonionwinkels. Je kleiner z. B. der Gonionwinkel, desto größer ist die anteriore Rotation und die Vorwärtsbewegung des Pogonions, gemessen in mm. Ein stumpfer Gonionwinkel kann einen kurzen Korpus und einen kurzen Ramus kompensieren, das Kinn bleibt aber dann zu weit posterior.

HASUND (1966, 1973, 1978)

HASUND [26-28] hat Norm- und Mittelwertbeziehungen nach Art der Befunderhebung von A. M. SCHWARZ differenziert und individualisiert.

Untersuchungen an regelrecht verzahnten Patienten mit harmonischem Profil zeigten eine Korrelation zwischen den meisten kephalometrischen Variablen. Einzelne Winkel- und Streckenmessungen dürfen demnach nicht isoliert beurteilt werden, sondern immer im Zusammenhang mit abhängigen Variablen. Mit diesem Hintergrund wird der "individuelle Gesichtstyp" erfaßt und numerisch dargestellt (Abb. 9, S. 26).

Ähnlich den "akzeptalen Kompromissen" von STEINER [63-64], die aber nur die sagittale Relation berücksichtigen, hat HASUND eine "Klassifizierung des Gesichtstyps" mit fließenden Normen und leitenden Variablen vorgeschlagen. Diese Klassifizierung zieht sagittale wie auch vertikale Komponenten in Betracht (Tab. 1, S. 26).

In Anlehnung an A. M. SCHWARZ steht für die Ante- bzw. Retroposition der Maxilla, also für die sagittale Relation, bei HASUND der Prognathiegrad der Maxilla, hier jedoch in bezug auf die vordere Schädelbasis (SNA). Die Neigung des Oberkiefers, bei SCHWARZ entspricht dies der Gebißschwenkung, mißt HASUND ebenfalls in Relation zur vorderen Schädelbasis (NL-NSL), ebenso die Neigung der Unterkieferbasis (ML-NSL).

Für die vertikale Beziehung der Kieferbasen zueinander beschreibt der basale Trend des vorliegenden Gesichtstyps im Interbasiswinkel ML-NL eine offene, neutrale bzw. ausgewogene oder tiefe Relation. Dieser Wert muß nach HASUND stets in Abhängigkeit des anterioren Gesichtsindexes (Verhältnis von oberer zu unterer Gesichtshöhe) beurteilt werden.

Daraus leitet er die Kombination von Gesichtshöhe und Gesichtstiefe ab und dementsprechend dann ihre Relevanz für die jeweilige kieferorthopädische Behandlungsaufgabe.

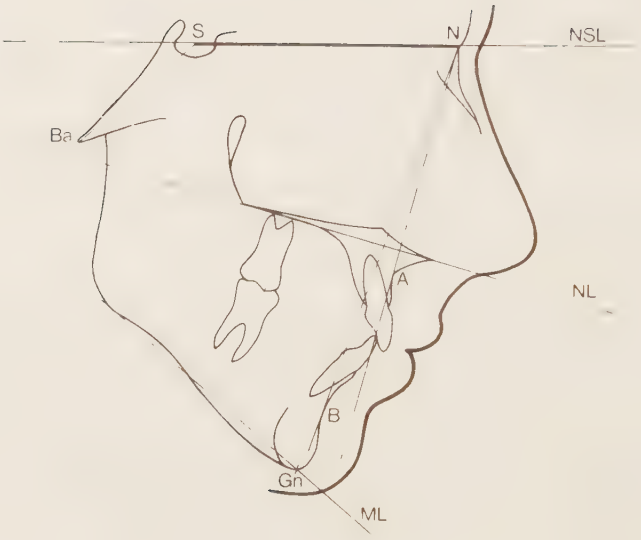
Bei einem harmonisch prognathen Gesichtstyp ist der Wert von ML-NL kleiner als bei einem harmonisch orthognathen Gesichtstyp, bei einem harmonisch retrognathen Gesichtstyp größer.

Besteht Harmonie auch für die dazugehörige vertikale Weichteilkonfiguration, zeigt der berechnete Wert des Indexes (Index = $\frac{N\text{-}Sp'}{Sp'\text{-}Gn}$ x 100 %) ebenfalls harmonische Relationen.

Die Größe des Mittelwertes für den Index beträgt ca. 79. Ist der berechnete Wert des Indexes groß (größer als 79), so deutet dies auf eine kleinere untere Gesichtshöhe hin. Ist der Wert des Indexes klein (kleiner als 79), ist die untere Gesichtshöhe groß.

In Abhängigkeit des Gesichtstyps gibt dieser Index auch wichtige Hinweise für die Behandlungsplanung, wenn eine Behandlung mit Wachstumsadaptation geplant wird. Eine kleine untere Gesichtshöhe mit großem Indexwert kann bei einer anterioren Rotation der Mandibula noch kleiner werden. Umgekehrt ist bei einem Index, der unterhalb des Mittelwertes von 79 liegt, und bei zusätzlich posteriorer Rotation der Mandibula eine Bißöffnung zu befürchten.

Neben der Klassifikation des Gesichtstyps ist es wichtig, den "basalen Trend der Anomalie" zu erkennen und aus den Meßdaten des Kephalogramms herauszulesen. Hinzu kommt die Wachstumsanalyse, die auf den Untersuchungen von BJÖRK und HELM[15] basiert.



I. Klassifikation des Gesichtstyps

	SNA	NL-NSL	NSBa	ML-NSL	SNB	ML-NL
Prognath	72	18,5	150	52	70	33,5
	73	17,5	148	50	71	32,5
	74	16,5	146	48	72	31,5
	75	15,5	144	46	73	30,5
	76	14,5	142	44	74	29,5
	77	13,5	140	42	75	28,5
	78	12,5	138	40	76	27,5
	79	11,5	136	38	77	26,5
Orthognath	80	10,5	134	36	78	25,5
	81	9,5	132	34	79	24,5
	82	8,5	130	32	80	23,5
	83	7,5	128	30	81	22,5
	84	6,5	126	28	82	21,5
	85	5,5	124	26	83	20,5
	86	4,5	122	24	84	19,5
	87	3,5	120	22	85	18,5
	88	2,5	118	20	86	17,5
	89	1,5	116	18	87	16,5
	90	0,5	114	16	88	15,5
Retrognath	91	0	112	14	89	14

Abb. 9: Zur sagittalen Beschreibung des Gesichtstyps nach HASUND wird der Prognathiegrad von Maxilla (SNA) und Mandibula (SNB) in Relation zur vorderen Schädelbasis bestimmt. Der Winkel NSBa charakterisiert die Abwinkelung der Schädelbasis. Zur vertikalen Beschreibung des Gesichts wird der Neigungsgrad der beiden Kieferbasen (ML-NL) zugrunde gelegt.

HASUND[20] faßt alle von BJÖRK angegebenen Faktoren einer Wachstumsanalyse in einem Punkteschema zusammen, um rasch und übersichtlich eine Aussage über die Rotationsrichtung zu bekommen. Es muß damit gerechnet werden, daß nicht alle Kriterien der mandibulären Knochenstrukturen aufgefunden werden können. Positiv werden anteriore Rotation anzeigende Strukturen bewertet, als negativ jene, die auf posteriore Rotation hinweisen.

Die klinische Relevanz für eine Aussage über die abgelaufene und zu erwartende Tendenz bezüglich der Unterkieferrotation konnte in einer Arbeit von BISCHOFF und JANSON[7] unterstützt werden.

ASCHER (1968, 1971, 1973, 1975, 1976)

ASCHER versucht mit Hilfe des von ihm eingeführten sogenannten Diagonalwinkels[4-5] die Abhängigkeit von sagittaler und vertikaler Dimension im Gesichtsschädelaufbau besser zu erfassen. Er weiß aufgrund seiner großen prothetischen Erfahrung um das Problem der funktionellen und ästhetischen Unzulänglichkeiten beim totalen Zahnersatz [1-3]. Seine Untersuchungen und Messungen ergaben, daß Störungen meist dann auftreten, wenn die individuellen Gegebenheiten des Gesichtsschädelaufbaus negiert werden, besonders wenn in Verbindung mit der Schneidezahnstellung die angeborene Bißart und die zuständige Bißhöhe nicht ausreichend berücksichtigt werden.

ASCHER glaubt, daß im Endstadium der Gebißentwicklung und nach Einspielen der Funktion,der Diagonalwinkel mit dem Wert von 45° das Merkmal der optimalen okklusalen Balance in der physikalischen Bißhöhe ist.

Bei einer kieferorthopädischen Behandlungsplanung sind für ASCHER neben der Erstellung des Modellbefundes folgende Fragen von besonderer Wichtigkeit:

1. Sind Ober- und Unterkiefer skelettal gleichmäßig entwickelt?
2. Besteht die Aussicht, daß im Verlauf des weiteren Wachstums und unter Einfluß der kieferorthopädischen Behandlung der Winkel von 45° erreicht und damit das volle Ebenmaß des Profilverlaufs mit dem Pgo senkrecht unter A, bezogen auf die Oberkiefer-Grundebene, erwartet werden kann?

Mit dem Verfahren der Umzeichnung des gegebenen Diagonalwinkels auf einen Winkel von 45° sieht ASCHER zugleich eine Möglichkeit, den A-Punkt zu rekonstruieren, der, so glaubt er, bei Neutralbißfällen auf der Senkrechten vom Pogonion zur Spinaebene liegt.

Im Gegensatz hierzu ist die echte basale Rücklage des Unterkiefers nach ASCHER[3-5] dadurch gekennzeichnet, daß nach Umzeichnung des individuell vorliegenden Diagonalwinkels auf den Sollwert von 45° noch ein linearer Abstand der Maxilla-Mandibula-Senkrechten zum A'-Punkt gegeben ist. Hierbei charakterisieren 5 mm in etwa 1 PB.

Durch Rekonstruktion der Unterkieferlage mit Einstellung des Diagonalwinkels vom Istwert auf den Sollwert, d. h. bei Betrachtung der Bezugsgröße von 45° (Abb. 10, S. 30), erwartet ASCHER prognostische und therapeutische Hinweise:

1. Prognostische in bezug auf die horizontale bzw. vertikale Wachstumstendenz,
2. therapeutische, ob basale oder rein dento-alveoläre Behandlungsaufgaben vorliegen.

ad 1.:

Aus der gemessenen Gradzahl erwartet ASCHER Informationen über den "Wachstumstyp" - vertikal oder horizontal.

Aufgrund von Nachuntersuchungen konnte ASCHER[5] feststellen, daß bei einem Wert des Diagonalwinkels von ca. 53° ein Vertikalwachstum des Untergesichts mit posteriorer Rotation der Mandibula stattfand. Er vermutet, daß wegen der zentralen Lage des Winkels ein Vergleich mit dem Gesichtshöhenverhältnis aus der Analyse von JARABAK und FIZZELL[39] möglich ist.

ad 2.:

Bei dem gewünschten Wert von 45° verläuft das Lot vom ungezeichneten Punkt P" durch den Punkt A. Daraus folgert ASCHER, daß Harmonie von Maxilla zu Mandibula vorliegt, d. h. eine neutrale Relation der Kieferbasen nach Wachstumsabschluß zu erwarten wäre. Stimmt der prognostisch ermittelte basale, neutrale Befund nicht mit dem dento-alveolären Anfangsbefund überein, liegen nach ASCHER rein dento-alveoläre Behandlungsaufgaben vor.

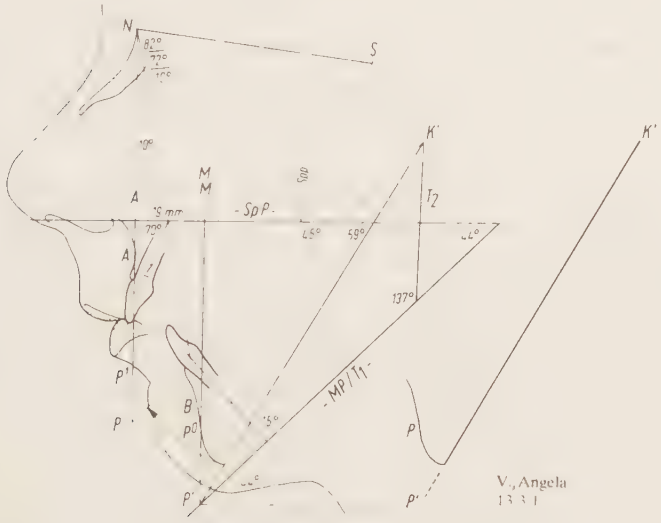


Abb. 10: Der Zusammenhang zwischen sagittaler und vertikaler Gesichtsschädelbeziehung, dargestellt im Diagonalwinkel nach ASCHER. Der vorliegende Diagonalwinkel wird mit einer individuellen Durchzeichenfolie auf die Bezugsgröße von 45° umgezeichnet.
Aus: ASCHER, Der Diagonalwinkel als Richtwert für Diagnose, Prognose und Therapie. Fortschr. Kieferorthop. 37, 52 (1976)

ÖDEGAARD (1970)

ÖDEGAARD [48-49] findet im Implantatversuch einen Zusammenhang zwischen der vertikalen und der horizontalen Entwicklung des Untergesichts und der Größe des Kieferwinkels.

Entscheidend für die individuelle Gesichtsentwicklung und für die morphologische Gestaltung des Unterkiefers ist, so fand er heraus, die Wachstumsrichtung der Kondylen.

Folgende Korrelationen wurden festgestellt:

Große Kieferwinkel treffen mit posteriorem Kondylenwachstum zusammen, während kleine Kieferwinkel mit vertikalem Kondylenwachstum einhergehen.

Abweichungen bzw. Variationen sind jedoch möglich.

JARABAK (1972, 1975)

Bei der Analyse eines Fernröntgenseitenbildes sucht JARABAK [38-39] nicht nur über die dentalen und dento-basalen Relationen Aufschluß zu bekommen, sondern vor allem über die individuellen skelettalen Wachstumsmuster. Neben dem Erkennen der sagittalen basalen Strukturen ist auch hier die Beurteilung der vertikalen Dimension für die kieferorthopädische Behandlungsaufgabe von großer Bedeutung.

Die individuellen Wachstumsrichtungen des Unterkiefers teilt JARABAK in drei Klassen ein. Wichtige Bedingung ist hierbei, daß das Fernröntgenseitenbild mit Profilverlauf nach rechts durchgezeichnet wird:

1. Wachstum im Uhrzeigersinn (clockwise growth).
2. Wachstum entgegen dem Uhrzeigersinn (counter-clockwise growth).
3. Neutrales Wachstumsmuster (straight downward growth).

Diese Klassifizierung errechnet sich aus dem prozentualen Verhältnis von hinterer zu vorderer Gesichtshöhe und aus dem Wert für die Winkelsumme nach BJÖRK[8] (Summe aus Sattel-, Artikular- und Gonionwinkel).

Obwohl - nach Meinung JARABAKs[39] - diese schematische Einteilung die vereinfachte Darstellung eines komplexen Vorganges ist, nämlich der des Wachstums und der Reife, gibt sie doch recht anschauliche Richtlinien für die Behandlungsplanung (Abb. 11, S. 32).

ad 1.: Wachstum im Uhrzeigersinn mit posteriorer Rotation der Mandibula.

Bei diesem Wachstumsmuster kann sich die Unterkiefersymphyse sowohl abwärts und vorwärts als auch abwärts und rückwärts bewegen und das Profil erhält durch diese Wachstumsrichtung einen retrognathen Charakter.

In diesem Fall ist der Winkel zwischen hinterer und vorderer Schädelbasis (= Sattelwinkel) groß, der Winkel zwischen hinterer Schädelbasis und der Tangente am aufsteigenden Unterkieferast (= Artikularwinkel) ist ebenfalls groß, der obere Teil des Gonionwinkels ist klein, der untere Teil des Gonionwinkels groß (Winkel zwischen Tangente am Ramus und Tangente am Rand des Corpus mandibulae).

Bei "clockwise" Rotation beträgt das Verhältnis von hinterer zu vorderer Gesichtshöhe 60 % und weniger, womit ausgedrückt ist, daß das Wachstum im posterioren Gesichtsanteil hinter dem des anterioren zurückgeblieben ist. Die Winkelsumme nach BJÖRK[8] ist stets größer als 398°.

ad 2.: Wachstum entgegen dem Uhrzeigersinn mit anteriorer Rotation der Mandibula.

Auch hier kann sich die Unterkiefersymphyse sowohl nach unten vorne als auch nach unten rückwärts bewegen. Das Gesicht erhält einen prognathen Profilverlauf. Sattel- und Artikularwinkel weisen Mittelwerte auf oder sind relativ klein, unabhängig davon jedoch ist der untere Gonionwinkel immer klein.

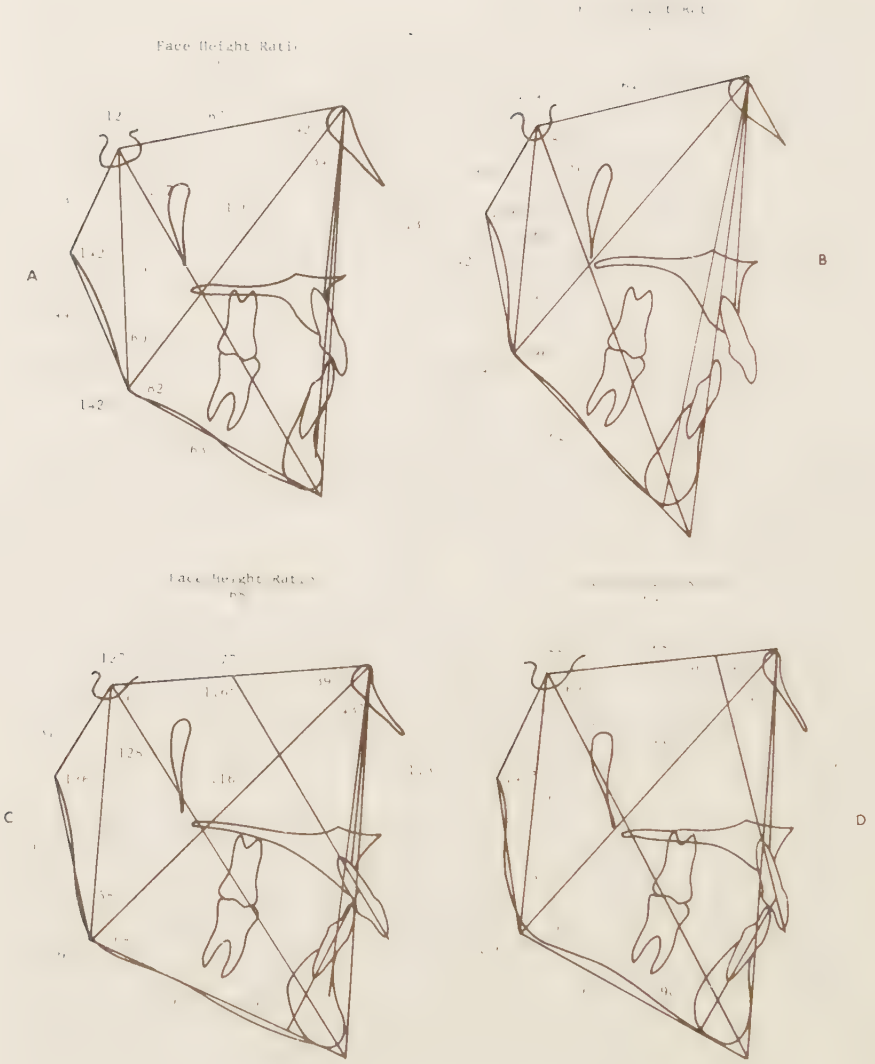


Abb. 11: Analyse von Fernröntgenseitenbildern mit unterschiedlicher Ausprägung des Gesichtshöhenverhältnisses (face height ratio) und des Wertes der drei Winkel (Sattel-, Artikular- und Gonionwinkel).
Aus: JARABAK und FIZZELL, Technique and Treatment with the Light-Wire Edgewise Appliance, 2nd ed., C. V. Mosby Comp., St. Louis 1972, S. 155

Das Verhältnis von hinterer zu vorderer Gesichtshöhe beträgt stets mehr als 64 %. Hier trägt das vertikale Längenwachstum des Ramus zur Vergrößerung der hinteren Gesichtshöhe bei. Die Winkelsumme nach BJÖRK[8] ist stets kleiner als 394°.

ad 3.: Neutrale Wachstumstendenz

Bei diesem Wachstumsmuster erfolgt das Gesichtswachstum vorwiegend nach kaudal. Die Winkelsumme nach BJÖRK beträgt 396 ±2°, das Verhältnis von hinterer zu vorderer Gesichtshöhe 62 ±2%.

Für JARABAK ist der Meßwert des Gonionwinkels besonders aufschlußreich für die Wachstumsprognose der Gesichtsbildung.

Eine noch größere Aussagekraft bekommt der Winkel durch die Unterteilung, die JARABAK[38-39] vorgenommen hat. So wird der Winkel in einen oberen Anteil (Go_1) und einen unteren Anteil (Go_2) durch die Linie Nasion-Gonion aufgeteilt. Ist Go_1 groß, wird der verbleibende Wachstumszuwachs mehr nach vorn gehen. Ist Go_1 klein, wird sich das verbleibende Wachstumspotential nach abwärts oder abwärts und rückwärts auswirken. In diesem Fall ist der Go_2-Winkel groß und weist darauf hin, daß sich das Wachstum hier am Kieferwinkel weiter divergent auswirken wird, im Sinne einer posterioren Rotation mit Tendenz zur Bißöffnung. Durch Längenzuwachs des Ramus ist jedoch in diesem Fall Kompensation möglich.

Der untere Gonionwinkel (Go_2) steht in engem Zusammenhang mit der vorderen Gesichtshöhe. Eine Längenzunahme der vorderen Gesichtshöhe ruft eine Öffnung des unteren Gonionwinkels hervor, da die Mandibularebene, die den unteren Schenkel des Gonionwinkels bildet, sich nach unten und hinten neigt.

RICKETTS (1972)

Diese Analyse nach RICKETTS[50] wurde als Weiterentwicklung bereits vorausgegangener Untersuchungsmethoden publiziert. Als Referenzlinien dienen die Ebenen Nasion-Basion, als dem ungefähren Verlauf der Schädelbasis und die Fazialachse, der Verbindung des Punktes Pt (= Eingang des Canalis rotundus in die Fossa pterygopalatina) mit dem Gnathion. Beide Linien schneiden sich im Punkt CC. Weiterhin konstruiert RICKETTS den Punkt X_i (= Schnittpunkt der Kondylarachse und der Korpusachse des Unterkiefers).

Zur Vorhersage des Wachstums wird die Grundebene Nasion-Basion um einen statistisch ermittelten Wert pro Jahr zeichnerisch verlängert, ebenso die Korpusachse und die Kondylarachse. Durch die neue Lage der Symphyse wird zugleich die Gesichtshöhe vergrößert.

Die Wachstumsrichtung wird folgendermaßen prognostiziert:

Beträgt der Winkel, den die Fazialachse mit der Linie Nasion-Basion einschließt, 90 ±3°, besteht neutrale Wachstumstendenz. Bei höheren Winkelwerten (brachiozephaler Schädeltyp) erfolgt horizontales Wachstum und anteriore Rotation der Mandibula, bei niedrigeren Winkelwerten (dolichozephaler Schädeltyp) vertikales Wachstum des Untergesichts und posteriore Rotation der Mandibula.

MOYERS (1973)

MOYERS[47] versucht, nur solche Teildimensionen innerhalb der anatomischen Strukturen zu verwenden, die untereinander gleichwertig sind. So wird die vordere Schädelbasis durch eine Ebene, die durch die spheno-ethmoidale Synchondrosis geht, unterteilt in einen vorderen Gesichtsschädelteil, der die Maxilla beinhaltet, und in einen hinteren Teil, der den Pharynxbereich und den Ramus ascendens in sich birgt.

Auf diese wichtige Bezugsebene PM vertikal - gezogen durch den Spheno-Ethmoidal-Punkt - beziehen sich die anderen Ebenen parallel oder senkrecht dazu.

HIRSCHFELD und MOYERS[33], die für die Wachstumsvorhersage in sogenannten Zeitserien arbeiten, weisen darauf hin, daß eine einmal vorhergesagte Wachstumsrichtung nicht immer beibehalten wird. Ein Unterkieferwachstum, das anfangs in Richtung vertikal beginnt, kann aber nach einiger Zeit unerklärlicherweise horizontal weiterverlaufen.

BIMLER (1975)

Zwischen der kephalometrischen Analyse nach BIMLER[6] und der Meßmethode nach ASCHER[3-5] liegt eine gewisse Ähnlichkeit vor. BIMLER projiziert die Punkte A und C (= Mittelpunkt des Kondylus) auf die Frankfurter Horizontale und definiert hiermit die Gesichtstiefe. Die Gesichtshöhe - also die vertikale Dimension - wird zwischen Frankfurter Horizontalen und Menton gemessen.

Die sogenannte Diagonale - gemessen zwischen Gnathion und Kondylion (C) - soll gleicherweise die Höhe des Gelenkstandes, die Unterkieferlänge und den Rotationsgrad des Unterkiefers nachweisen.

Mit der Projektion der Unterkieferdiagonalen auf die Frankfurter Horizontale wird die Kompensation, die zwischen Gelenkstand und linearer Unterkieferlänge möglich ist, berücksichtigt.

LAVERGNE und GASSON (1976, 1977)

Aufbauend auf den Implantatstudien von BJÖRK[11,13,14], der den Begriff der mandibulären Rotation einführte, arbeiteten die Autoren LAVERGNE [44-46] und GASSON [24-25] an einer Untersuchung

über maxilläre und mandibuläre Rotationen. Im Gegensatz zu BJÖRK überlagerten sie ihre Kephalogramme jährlich und die Patienten wiesen nicht so extreme Malokklusionen auf wie diejenigen der Untersuchung von BJÖRK.

Folgende Ergebnisse wurden ermittelt:

Um eine stabile vertikale Beziehung zu sichern ist es wichtig, daß Maxilla und Mandibula das gleiche Rotationsmuster aufweisen. Unsicher dagegen verläuft folgende Wachstumsrichtung: anteriore Rotation der Maxilla, posteriore Rotation der Mandibula. Dies würde eine Öffnung des Interbasiswinkels ML-NL zur Folge haben und den ANB-Winkel vergrößern; oder entgegengesetzt: posteriore Rotation der Maxilla, anteriore Rotation der Mandibula: der Biß würde sich schließen, die Winkel ML-NL und ANB nehmen ab.

Eine relative Stabilität für die sagittale und vertikale Beziehung findet sich, wenn Maxilla und Mandibula in posteriorer Richtung rotieren.

Die Studie von GASSON und LAVERGNE[24] zeigt weiter, daß in manchen Fällen die Rotation konstant die Richtung beibehält. In den meisten Fällen ändert sich die Richtung zeitweise, vor allem in der 1. Wachstumsphase abwechselnd anterior und posterior, in der 2. Wachstumsphase bleibt die Richtung dann konstanter.

Übersteigen die sagittalen und vertikalen Wachstumsanteile der Maxilla die der Mandibula, geht die mandibuläre Rotation in eine posteriore Richtung und umgekehrt: wächst die Mandibula stärker als die Maxilla, verläuft die Unterkieferrotation in anteriorer Richtung.

Selten erscheint das Rotationsmuster einfach, sondern meist komplex und vielschichtig mit Variationen in Richtung und Intensität (Abb. 12, S. 37).

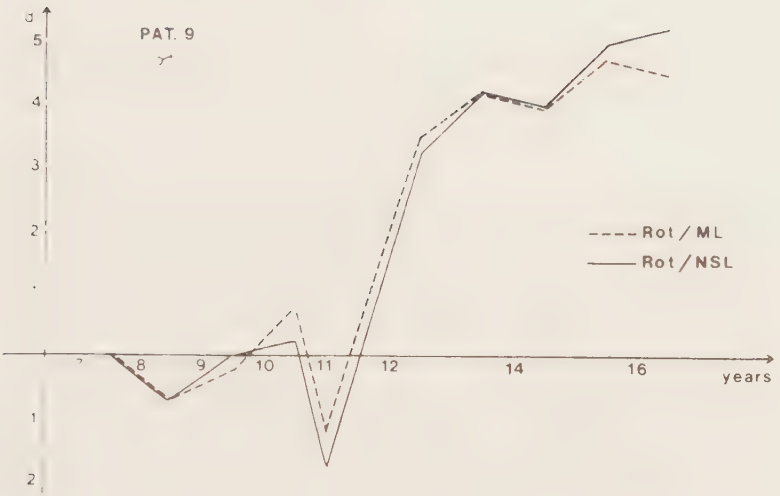


Abb. 12: Das Diagramm zeigt Variationen im Rotationsverhalten der Mandibula bis zum 11. Lebensjahr, und zwar in Richtung (anterior-posterior) und Intensität. Nach dem 11. Lebensjahr verläuft die Rotation in anteriorer Richtung konstant.
Aus: LAVERGNE, Facial rotations and their influence on the morphogenesis of malocclusion. An implant study. Thesis, University of Bergen/Norway, 1976, S. 9

Die Beobachtungen von LAVERGNE und GASSON zeigen, daß die sagittalen intermaxillären Beziehungen und die Änderung des Rotationsgrades der Mandibula zwei Phänomene sind, die einen Balancemechanismus aufweisen [44-46].

2. Kritische Gegenüberstellung der Literaturaussagen

Zusammengefaßt läßt sich das Fernröntgenseitenbild als Hilfsmittel zur Analyse kieferorthopädischer Behandlungsfälle bezeichnen. Es vermittelt:

1. Informationen über die konstruktive Morphologie des Viszerokraniums bezüglich ihrer skelettalen, dento-basalen und dento-alveolären Relationen sowie ihre Beziehung zu den deckenden Weichteilen mit Hilfe metrischer und angulärer Messungen.

   Aus der Vielzahl der Werte für ein und dieselbe Meßgröße bei verschiedenen Individuen wurden Mittelwerte erstellt, die als sogenannte Normen eine Orientierungshilfe zur analytischen Aussage bezüglich der morphologischen Beschreibung des Gesichts dienten (BROADBENT[17-19], JARABAK[38-39], MOYERS[47], SCHWARZ[39-41]). Das Erkennen von natürlichen Korrelationen bestimmter Werte für den sagittalen und vertikalen Bereich führte weiter zur Klassifizierung von unterschiedlichen Gesichtstypen. Die große Variabilität der einzelnen Werte zeigte schließlich den Weg zur "individuellen Norm" auf (HASUND[20], JANSON und HASUND[36], JANSON und RÖHRL[37], LAVERGNE und GASSON[40-46]), mit deren Hilfe heute die individuelle Variation der anfallenden Befunde spezifisch beschrieben und zugeordnet werden kann. Die Einführung dieser individuellen Normen mit gleitenden Variablen (HASUND[20]) hat zu einer neuen Denkweise in der europäischen Kephalometrie geführt.

2. Die Möglichkeit zur Abschätzung "wachstumsbedingter" Veränderungen durch Beurteilung von Art und Ausprägung bestimmter Knochenstrukturen, mit Hilfe eines Fernröntgenseitenbildes, das in einem bestimmten Entwicklungsabschnitt erstellt wurde (BJÖRK[9,11,13]).

Die fazialen Veränderungen werden differenziert in Größerwerden der einzelnen Skeletteile und Veränderung der Proportionen. Rotation und Translation beschreiben das wachstumsbedingte Verhalten der einzelnen skelettalen Bereiche, das unterschiedlichen Schwankungen in Abhängigkeit der skelettalen Reife unterliegt (BJÖRK [9,11,13,14], BJÖRK und HELM [15], HASUND [27], LAVERGNE und GASSON [45-46]).

Bis heute sind diese Veränderungen insbesondere für die Mandibula so weit erkannt und beschrieben, daß sie durch spezielle Analyse als Hilfsmittel für die "Wachstumsaussage" bei der kieferorthopädischen Diagnosestellung dienen können. Dies ist besonders wichtig, um die jeweiligen Behandlungsaufgaben bei noch wachsenden Patienten richtig einschätzen zu können.

3. In der Longitudinalstudie durch Überlagerung von Fernröntgenseitenbildern eine Aussage über die Veränderung der Weichteile und des skelettalen sowie dento-alveolären Systems sowohl durch natürliches Wachstum (Probanden ohne Behandlung) als auch durch kieferorthopädische Apparaturen (Patienten, behandelt mit bestimmten Geräten im Vergleich zu Probanden ohne Behandlung).

In diesem Zusammenhang muß jedoch ein noch ungenügend gelöstes Problem der Fernröntgendiagnostik erwähnt werden:

Die röntgenologische Übertragung eines dreidimensionalen Körpers: Viszerokranium in ein zweidimensionales Profilbild (nur sagittale und vertikale Dimension) kann mit Fehlern verbunden sein. Diese Fehlermöglichkeit bringt für alle kephalometrischen Aussagen stets einen Vorbehalt.

Da jedoch der dento-alveoläre Befund (Modellanalyse) allein keinen voll befriedigenden Hinweis für die Behandlungskonsequenz liefern kann, ohne die Kenntnis des Typs und Charakters der übergeordneten Strukturen, bleibt das Fernröntgenseitenbild ein wertvolles Hilfsmittel für die Diagnosestellung.

Weiter können auch Behandlungsverlauf, Behandlungsergebnisse und die Stabilität des jeweiligen Falles - dento-alveolär, skelettal und hinsichtlich der Weichteilbedeckung - besser beurteilt werden.

Bis heute werden lineare und proportionale Messungen nach BRODIE[19-20] zur Darstellung der vertikalen Gesichts- und Schädelbeziehungen angewandt: das Verhältnis von hinterer zu vorderer Gesichtshöhe, die Y-Achse, das Verhältnis der unteren zur gesamten Gesichtshöhe.

Bei A. M. SCHWARZ[61] wird die vertikale Dimension im Grundebenen- oder Basiswinkel berücksichtigt. Dieser Winkel, der dem Winkel ML-NL von HASUND[27] entspricht, weist einen Durchschnittswert von 20° ±5° auf; er wirkt sich in seiner Gradzahl - so stellte SCHWARZ fest - maßgeblich auf die Stellung der Zahnreihen und der Zähne aus. Zusätzlich beachtet er als Anzeichen der vertikalen Variationsmöglichkeiten die Gebißneigung (Inklination) und die Höhenlage des Gelenks. Jedoch sind auch Kompensationsmöglichkeiten in den vertikalen Schädelbeziehungen möglich: ein verkürzter bzw. verlängerter Ramus gleicht einen vorliegenden Gelenkstiefstand bzw. Gelenkshochstand aus und führt dadurch zu harmonischen Gesichtsverhältnissen.

Ergänzend hierzu zeigt die Tabelle der Klassifikation des Gesichtstyps nach HASUND[27], daß der vertikale Kieferbasenwinkel (ML-NL) - der dem Basiswinkel von A. M. SCHWARZ[61] entspricht - in harmonischen Gesichtern eine große Variationsbreite aufweist, d. h. daß er abhängig ist vom Prognathiegrad der Maxilla:

In harmonisch prognathen Gesichtern mit SNA ≥ 85° wird sein Wert kleiner sein, in harmonisch retrognathen Gesichtern mit SNA ≤ 77° steigt der Wert für ML-NL an.

HASUND[27] kommt deshalb zu der Feststellung, daß es keine definitiven, starren Normen wie etwa bei der Angle-Klassifizierung geben kann, sondern daß man bei der kephalometrischen Analyse des Gesichtsschädels mit fließenden Normen operieren muß.

SASSOUNI[53-54] bringt eine nach sagittaler und vertikaler Dimension unterscheidende Einteilung der skelettal bedingten Gebiß- und Kieferfehlbildungen sowie die dabei möglichen Kombinationen bzw. Kompensationen.

Diese sagittalen und vertikalen Komponenten sucht SCHUDY[56-57] im Winkel NS zu Mandibularplanum zu erfassen. In der Gradzahl dieses Winkels zeigt SCHUDY die faziale Divergenz auf und glaubt, mit dem Nachweis von Hypo- und Hyperdivergenz sowohl die Gesichtshöhe als auch die Gesichtstiefe zu beschreiben.

In ähnlicher Weise beurteilen DOWNS[22-23] und TWEED[65] den vertikalen Aufbau des Gesichtsschädels: Die Gradzahl des Frankfurt-Mandibularebenen-Winkels ist der Nachweis für Ausgewogenheit oder Disharmonie in der Vertikalen.

Sowohl SCHUDY[56-57] als auch JARABAK[39] beobachten kompensatorische Ausgleich beim Längenwachstum von Corpus und Ramus mandibulae: Eine ungünstige posteriore Rotation der Mandibula kann durch verstärktes Längenwachstum von Corpus und Ramus ausgeglichen werden.

HASUND[27] lehrt, den "basalen Trend" einer Dysgnathie zu beachten. Die vertikale Relation der Kieferbasen interessiert nicht nur, wenn eine Tendenz zum offenen oder tiefen Biß im dentalen Bereich vorliegt. Eine normale vertikale Zahnreihenbeziehung kann im Verlauf der Behandlung durchaus zu einem offenen oder tiefen Biß führen.

Bei einem großen Kieferbasenwinkel (ML-NL) besteht die Gefahr, daß sich der Biß während der Behandlung öffnet, insbesondere wenn mit einer posterioren Rotation der Mandibula zu rechnen ist. Ein kleiner Kieferbasenwinkel (ML-NL) deutet auf vertikale Probleme mit tiefem Biß hin, wenn mit anteriorer mandibulärer Rotation zu rechnen ist.

Auch ASCHER[5] und JARABAK[38] suchen bei der Behandlung einer Dysgnathie mit Hilfe von kephalometrischen Messungen und aus der Kenntnis der anatomischen Strukturen eine ungünstige Wachstumsrichtung durch ungeeignete Therapie nicht noch zusätzlich zu verschlechtern.

Am Beispiel einer Malokklusion mit einem hohen Diagonalwinkelwert von 58°, bezeichnet ASCHER[5] das Behandlungsresultat nach Behandlung mit funktionskieferorthopädischen Geräten als unbefriedigend, trotz erzielter neutraler Verzahnung und Schneidezahnkontakt.

Analog dazu fordert JARABAK[38], daß bei Behandlung von Patienten mit der Wachstumsrichtung im "Uhrzeigersinn" (clockwise rotation) die Therapie das retrognathe Aussehen nicht noch verstärken darf. Und im entgegengesetzten Fall, beim Wachstumstyp im "Gegenuhrzeigersinn" (counter-clockwise rotation) muß jede Maßnahme (z. B. Extraktion von Zähnen) vermieden werden, die den Biß absinken läßt.

Zur Beurteilung des Wachstumsgeschehens im jugendlichen Schädel darf jedoch nicht nur das mandibuläre Wachstum beobachtet werden, sondern, sowohl nach den Untersuchungen von SCHUDY[56-57] als auch von LAVERGNE[44-46] und GASSON[24-25], das sagittale und vor allem das vertikale Wachstum der Maxilla. Folgende Wachstumsabläufe konnten mit Hilfe der Implantatmethode der beiden letztgenannten Autoren festgestellt werden:

Überwiegt der Wachstumszuwachs der Maxilla, rotiert die Mandibula nach posterior; sind Ausmaß und Intensität des mandibulären Wachstums größer als das der Maxilla, so rotiert die Mandibula nach anterior. Das heißt, die intermaxillären Beziehungen und die Veränderungen des Rotationsgrades der Mandibula sind zwei Phänomene, die einen Balancemechanismus aufweisen.

Auch ASCHER[5] weist auf eine "Balance" im Gebißbereich hin, wenn er die Hypothese aufstellt, daß nach Abschluß des Wachstums bei einem D-Winkel von 45° Harmonie zwischen Morphologie und den Gesetzen der Funktion hergestellt sei. Er bezeichnet dies als Merkmal der "optimalen okklusalen Balance".

In einer kephalometrischen Untersuchung untersuchten SCHMUTH und MADRE[55] kritisch die Anfangs- und Schlußwerte des in der Analyse von JARABAK[38-39] angegebenen Gesichtshöhenverhältnisses und der Winkelsumme nach BJÖRK[8]. Dabei wird die von SCHMUTH und MADRE[55] aufgestellte Hypothese bestätigt, daß die Prognose der Wachstumsrichtung und das tatsächlich beobachtete Wachstum voneinander unabhängig sind; allerdings wurde hier das Wachstum durch Behandlung beeinflußt.

Da sich zeigte, daß verschiedene Aspekte der Wachstumsrichtung bei dem gleichen Individuum möglich sind, modifiziert und erweitert SCHMUTH die Einteilung nach JARABAK, um die Einbeziehung und Beurteilung aller meßbaren Faktoren zu erlauben. So entstand eine Klassifizierung nach "strukturellen Typen", wobei die verschiedenen Mischformen des Wachstums berücksichtigt sind. Demnach gibt es neun Arten von Wachstumstendenzen (z. B. gleichzeitiges Anwachsen von Winkelsumme und Gesichtshöhenverhältnis bzw. gleichzeitige Abnahme von Winkelsumme und Gesichtshöhenverhältnis). Aus diesem Grund soll e i n kephalometrischer Meßwert nicht isoliert zur Beurteilung herangezogen werden.

Für die Prognose des Schneidezahnüberbisses - so fand SCHMUTH - ist die Aussage von Gesichtshöhenverhältnis und Winkelsumme von signifikanter Bedeutung bei der Behandlungsplanung.

Zu einer ähnlichen Aussage bezüglich der mandibulären Rotation kommen sowohl LAVERGNE[44-46] und GASSON[24-25] als auch SCHMUTH und MADRE[55]. Sie stellen fest, daß die Veränderungen am Gesichtsschädel, die durch Rotation der Mandibula auftreten, nicht konstant in der einmal eingeschlagenen Richtung - anterior oder posterior - verlaufen.

Beide Untersuchungen unterscheiden sich jedoch grundlegend: LAVERGNE und GASSON führten eine Implantatstudie bei unbehandelten Patienten durch; bei SCHMUTH und MADRE sind Anfangs- und Schluß-Fernröntgenseitenbilder nicht auf Implantaten überlagert und waren durch kieferorthopädische Behandlung im Wachstum beeinflußt.

RITZKAT, STEGER und SEEHOLZER[51] untersuchten, ob und in welchem Ausmaß der Diagonalwinkel durch funktionskieferorthopädische Behandlung in der Wechselgebißperiode zu beeinflussen ist. Es wurden Fernröntgenseitenbilder von Kindern mit verschiedenartigen Dysgnathien am Anfang und Ende der Aktivatorbehandlung einander gegenübergestellt.

Am Anfang der Behandlung war der Diagonalwinkel

bei 80 % $\geq$ 45°
bei 8 % = 45°
bei 12 % $\leq$ 45°

Im Verlauf der Behandlung ergab sich durch Wachstumsanpassung dann eine Wertänderung des Winkels um durchschnittlich 2°, der Winkel vergrößerte und verkleinerte sich, wie aus Tabelle 2 (S. 46) ersichtlich ist.

Wurden im Laufe der Therapie bleibende Zähne extrahiert, wurde ein Diagonalwinkel, der anfangs 45° betrug, fast ausnahmslos kleiner. Bei Non-Extraktion ergab sich gleich häufig eine Vergrößerung wie Verkleinerung des Diagonalwinkels. Die Untersuchung zeigt, daß man bei Fällen mit hohem Anfangswinkelwert vorsichtig mit der funktionskieferorthopädischen Therapie sein sollte.

Tab. 2

	Durch funktionskieferorthopädische Behandlung		
Anfangsbefund	verringert	gleichbleibend	vergrößert
D-Winkel $\geq$ 45°	$\sim$ 50 %	10 %	37 %
D-Winkel = 45°	10 %	25 %	65 %
D-Winkel $\leq$ 45°	10 %	25 %	65 %

Durch funktionskieferorthopädische Behandlung und Wachstum erfolgte zum großen Teil eine Wertänderung des am Anfang gemessenen Diagonalwinkels.
Aus: RITZKAT et al., Der Diagonalwinkel. Ein Beitrag zur kieferorthopädischen Diagnostik und Prognosestellung. Zahnärztl. Prax. 26, 360 (1975)

III. PROBLEMSTELLUNG

Die unterschiedlichen Empfehlungen der internationalen Literatur zur kephalometrischen Analyse führten zu der Problemstellung der vorliegenden Arbeit. Ihre Aufgabe soll es sein, zwei Verfahren zur kephalometrischen Bewertung eines Fernröntgenseitenbildes, die speziell die vertikale Dimension beachten, in ihrer Aussage zu erfassen und zu vergleichen: das kephalometrische Verfahren nach ASCHER und JARABAK. Dabei soll auf folgende Fragen Bezug genommen werden:

1. Wie groß ist der Wert des Diagonalwinkels bei einer nicht selektierten Probandengruppe mit unterschiedlichen Malokklusionen während der Wachstumszeit?

2. Welcher Zusammenhang zwischen dem Diagonalwinkel und seiner Umzeichnung nach ASCHER kann in Relation zur Variationsbreite der Gesichtsmuster beschrieben werden?

3. Ist der Diagonalwinkel nach ASCHER der Winkelsumme und dem Gesichtshöhenverhältnis aus der Analyse nach JARABAK in Wertigkeit und Aussagekraft gleichzustellen?

VI. EIGENE UNTERSUCHUNG

1. Material

Zur kephalometrischen Untersuchung wurden die Fernröntgenseitenbilder von 80 unbehandelten Probanden herangezogen. Die Aufnahmen, am Anfang einer kieferorthopädischen Behandlung angefertigt, stammen aus der kieferorthopädischen Fachpraxis von Frau Privatdozentin Dr. Ingrid Janson, München. Es wurde keine Selektion nach Art der vorliegenden Malokklusion vorgenommen.

Die Differenzierung der Probanden nach Geschlecht und skelettaler Reife führte zu einer Einteilung von 4 Gruppen (Tab. I):

40 Jungen und 40 Mädchen, nach dem Handröntgenbild in Gruppen von 20 Probanden im vorpubertären Bereich PP_2 und 20 Probanden im pubertären Bereich $MP_{3cap.}$ eingeteilt.

2. Methode

2.1 Fernröntgenseitenbild

2.1.1 Technisches Verfahren

Die Herstellung der Fernröntgenseitenbilder erfolgte mit dem Orthoceph der Firma Siemens. Der Kopf des Probanden ließ sich sowohl in transversaler als auch in vertikaler Ebene mit Hilfe des Cephalostaten fixieren. Der Abstand der Filmkassette betrug zur Mediansagittalebene des Kopfes 0,18 m, von der Mediansagittalebene zum Brennpunkt 1,50 m. Die Aufnahmespannung betrug für alle Kinder 80 kV bei einer

Aufnahmezeit von 1,0 Sekunden im Stadium der Ausatmung.

2.1.2 Meßmethode

Die zur Untersuchung vorliegenden Fernröntgenseitenbilder wurden von ein- und derselben Person durchgezeichnet, Winkel und Strecken wurden gemessen und in den Erhebungsbogen eingetragen. Als Hilfsmittel dienten:

- Leuchtkasten
- Lupenbrille
- Acetatfolie und Klebestreifen
- Bleistift Pentel-Japan 0,3 mm 4H
- Tracing Template mit Schneidezahn- und Molarenkontur der Firma Inter-Unitek
- Dreieck mit Millimetereinteilung (Linex)
- Winkelmesser mit 1/2-Grad-Einteilung (Linex)

Entsprechend den von HASUND[27] und JARABAK[39] empfohlenen Richtlinien für die Durchzeichentechnik wurde das Fernröntgenbild mit dem Profil nach rechts orientiert. Würde man die Durchzeichenmethode mit Profilverlauf nach links anwenden, hätte die in der Analyse nach JARABAK vorgenommene Klassifizierung des Wachstums im Uhrzeigersinn (clockwise) für die posteriore Rotation und entgegen dem Uhrzeigersinn (counter-clockwise) für die anteriore Rotation der Mandibula nicht ihre Richtigkeit.

Um mögliche Fehlerquellen herauszufinden und auszuschalten, wurde bei einem Viertel der Probanden nach einem bestimmten Zeitraum eine zweite Messung durchgeführt. Gab es hierbei Abweichungen von der ersten Messung von mehr als 1,5° bzw. 1,5 mm, wurde eine dritte korrigierende Messung durchgeführt.

Die in der vorliegenden Arbeit verwendeten Referenzpunkte, -linien und Winkel richten sich nach den Angaben von ASCHER (Abb. I), JARABAK (Abb. II) und HASUND (Abb. III):

1. Referenzpunkte:

ASCHER: N, Sp, A, P, K', P', P", A'
JARABAK: N, S, Gn (Me), Ar, Go (tgo)
HASUND: N, S, Ba, Sp, A, B, Gn

Definition der Referenzpunkte:

1. N = Nasion
   = der am weitesten ventral gelegene Punkt der Sutura naso-frontalis; bei noch offenem keilförmigem Verlauf dieser Sutur gilt das kranioventrale Ende des Os nasalis als Referenzpunkt.

2. S = Sella
   = Zentrum der Sella turcica, als Mitte des breitesten Diameters metrisch bestimmt.

3. Ba = Basion
   = der am weitesten inferior und posterior (dorsal) gelegene Punkt des Clivus in der Median-Sagittal-Ebene.

4. Sp = Spinapunkt
   = Zentrum der am weitesten anterior gelegenen Knochenverdickung der Maxilla.

5. A = Maxilla-Apikalpunkt
   = tiefster Punkt der ventralen Kontur des Oberkieferknochens im Übergang zum Alveolarfortsatz. Eine Verbindungslinie vom Prosthion des mittleren OK-Inzisivus mit dem Sp-Punkt wird parallel in diese ventrale Kontur geschoben. Der Tangentenpunkt im tiefsten Bereich wird als Punkt "A" definiert.

6. B = Mandibula-Apikalpunkt
   = tiefster Punkt der ventralen Kontur des Unterkieferknochens im Übergang zum Alveolarfortsatz. Konstruktion ebenfalls über die Hilfslinie: Prosthion des mittleren UK-Inzisivus zum Pg-Punkt, parallel nach dorsal geführt; Tangentenpunkt im tiefsten Bereich der ventralen Kontur wird als Punkt "B" definiert.

7. Pg = Pogonion
   = ventralster Punkt der Unterkiefersymphyse (bei Ausrichtung des Röntgenbildes: die Verbindungslinie NS liegt parallel zum Leuchtkastenrand).

8. Gn = Gnathion
   = kaudalster Punkt der Unterkiefersymphyse (gleiche Ausrichtung und Beurteilung des Röntgenbildes wie bei 7.).

9. Pm = Pterygomaxillare
   = Schnittpunkt der dorsalen Kontur des Oberkieferknochens mit der Kontur des harten und weichen Gaumens im Bereich des nach ventral einstrahlenden Schattens der Fossa pterygopalatina.

10. Ar = Artikulare
    = Schnittpunkt der Kontur der äußeren Schädelbasis mit dem dorsalen Rand des aufsteigenden Unterkieferastes. Bei Darstellung einer Doppelkontur entspricht die linear gefundene Mitte beider Konturen dem Referenzpunkt.

11. Go = Gonion
    = Goniontangentenpunkt, definiert als Schnittpunkt der Mandibularlinie (ML, s. S. 52) mit der Ramuslinie (s. S. 52).

12. K' = Kondylare (kranialer Rand des Kieferköpfchens), verlagert auf die Tangente T_2 des aufsteigenden Unterkieferastes parallel zur Spinaebene.

    Zwei weitere Konstruktionsmöglichkeiten wurden von ASCHER[4] angegeben:
    a) Projektion des Oberrandes des Porus acusticus externus auf die Tangente T_2,
    b) Schnittpunkt der Tangente T_2 mit dem verlängerten, geradlinig verlaufenden Clivusschatten.

    Die Konstruktionsmöglichkeiten a) und b) wurden in der vorliegenden Untersuchung nicht verwandt.

13. P" = P"-Punkt
    Dieser Punkt wird mit Hilfe einer zweiten Durchzeichnung ebenfalls auf Folie wie folgt konstruiert:
    Die knöcherne Kinnrundung mit Pogonion sowie die Verbindungslinie K' zu P' (Diagonale) werden auf eine zweite Folie gezeichnet; sodann erfolgt eine Drehung der Folie mittels Zirkeleinstich um den Punkt K' so weit, bis sich die Linie K' - P' in einem Winkel von 45° zur Spinaebene der Erstzeichnung befindet.
    Diese Konstruktion wird im weiteren Verlauf der Arbeit als "Umzeichnung des Diagonalwinkels" bezeichnet.

14. A' - Der A'-Punkt ist der auf die Spinaebene projizierte A-Punkt.

2. Referenzlinien

Durch Verbindung der genannten Referenzpunkte werden nach den Angaben der jeweiligen Autoren folgende Referenzlinien gebildet:

ASCHER: NS, NA, SpP, MT_1, MT_2, K'-P', K'-P", MMS, MMS'
JARABAK: NS, SAr, Go-Gn, Ar-Go, SGo, NGn, NGo
HASUND: NSL, SBa, NAL, NBL, NL, ML, Ar-tgo

Definition spezieller Referenzlinien:

MT_1 : Tangente an den Unterkieferkörper. Der Punkt Gn stellt den vorderen Tangentenpunkt, die Protuberantia masseterica den hinteren Tangentenpunkt dar.

MT_2 : Tangente an den aufsteigenden Unterkieferast; oberer Tangentenpunkt ist die dorsale Kontur des Kieferköpfchens.

MMS : Maxilla-Mandibula-Senkrechte, konstruiert als Senkrechte von Pogonion auf die Spinaebene SpP.

MMS' : "Umgezeichnete" Maxilla-Mandibula-Senkrechte. Nach Umzeichnung des individuell vorliegenden D-Winkels auf die Bezugsgröße von 45° wird die MMS' als Senkrechte von Punkt P" auf die Spinaebene gezeichnet.

ML : entspricht in der vorliegenden Untersuchung der Tangente an den Unterkieferkörper MT_1.

Ar-tgo : Ramuslinie = Verbindungslinie des Punktes Ar mit dem am weitesten dorsal liegenden Tangentenpunkt am Kieferwinkel.

3. Referenzwinkel

Aus den genannten Referenzlinien wurden folgende Referenzwinkel gebildet:

ASCHER: D-Winkel
JARABAK: N S Ar, S Ar Go, Ar Go Gn, Go_1, Go_2
HASUND: SNA, NL-NSL, NSBa, ML-NSL, SNB, ANB, ML-NL

Messungen nach ASCHER:

1. Der Diagonalwinkel - gebildet aus der Linie K'-P' und der Parallelen zur Spinaebene durch K'.
2. Der lineare Abstand der Maxilla-Mandibula-Senkrechten MMS zu A'-Punkt.
3. Der lineare Abstand, der um K'-Punkt rotierten (umgezeichneten) MMS' zu A'-Punkt.

Messungen nach JARABAK:

4. WS : Winkelsumme = Summe aus
   - 4.1 Sattelwinkel (N S Ar)
     = Winkel zwischen vorderer und hinterer Schädelbasis.
   - 4.2 Artikularwinkel (S Ar Go)
     = Winkel zwischen hinterer Schädelbasis und Tangente am aufsteigenden Unterkieferast.
   - 4.3 Gonionwinkel (Ar Go Gn)
     = Winkel zwischen Tangente am aufsteigenden Ast und Tangente am Rand des Unterkieferkörpers.
5. SGo:NGn: Gesichtshöhenverhältnis
   = Quotient aus hinterer zu vorderer Gesichtshöhe in %.
6. Go_1 : oberer Teil des Gonionwinkels (= S Go N).
7. Go_2 : unterer Teil des Gonionwinkels (= N Go Gn).

Messungen nach HASUND:

8. SNA : Maxilla-Prognathiegrad-Winkel.
9. NL-NSL: Neigungswinkel der Maxilla
   = vertikale Relation der Maxilla zur anterioren Schädelbasis.
10. NSBa : Schädelbasiswinkel
   = sagittale und vertikale Relation des Clivus zur anterioren Schädelbasis.
11. ML-NSL: Neigungswinkel der Mandibula
   = vertikale Relation der Mandibula zur anterioren Schädelbasis.
12. SNB : Mandibula-Prognathiegrad-Winkel
   = sagittale Position der Mandibula.

Diese Winkel dienen zur Bestimmung des vorliegenden Gesichtstyps (s. S. 26).

Der basale Trend des vorliegenden Befundes wird sagittal und vertikal mit folgenden Winkeln beschrieben:

13. ANB : sagittaler Interbasalwinkel
   = sagittale Relation von Maxilla zu Mandibula.
14. ML-NL : vertikaler Interbasalwinkel
   = vertikale Relation von Maxilla zu Mandibula (entspricht dem Basiswinkel von A. M. SCHWARZ).

Für die Variablen nach ASCHER, JARABAK und HASUND wurden vier Erhebungsbögen (Tab. II = Beispiel eines Erhebungsbogens) angelegt, wobei die bereits erwähnte Gruppeneinteilung nach Reife und Geschlecht vorgenommen wurde.

2.2 Handröntgenaufnahme

2.2.1 Technisches Verfahren

Die Handröntgenaufnahme wurde - wie das Fernröntgenseitenbild des Kopfes - mit dem Orthoceph der Firma Siemens angefertigt. Die linke Hand des Patienten liegt dabei auf der Filmkassette (18 x 24 mm), deren Position die gleiche ist wie bei der Erstellung von Fernröntgenseitenaufnahmen des Kopfes. Die Aufnahmespannung betrug bei allen Kindern 60 kV (Kilovolt) bei einer Aufnahmezeit von 0,4 Sekunden (Film: Cronex-Dupont; Rubinfolien-Verstärkung, Siemens).

2.2.2 Die Reifestadien

Als weiteres Kriterium - neben der Unterteilung in 40 jungen und 40 Mädchen - wurde mit Hilfe des Handröntgenbildes die skelettale Reife differenziert. Jeweils 20 Jungen und Mädchen befanden sich im vorpubertären, also PP_2-Stadium, jeweils 20 im pubertären Bereich, also $MP_{3cap.}$-Stadium (Tab. I).

1. PP_2-Stadium:
   Die Beurteilung richtet sich nach der proximalen Phalange des Zeigefingers. Hat die Epiphyse die gleiche Breite wie die Diaphyse erreicht, befindet sich der Patient im sogenannten pubertalen Minimum, am Ende der juvenilen Periode. Hier ist die Wachstumsgeschwindigkeit klein, das maximale Längenwachstum steht noch bevor. Doch auch zu dieser Zeit ist Wachstum vorhanden.
2. $MP_{3cap.}$-Stadium:
   Hier liegt die mittlere Phalange des Mittelfingers der Beurteilung zugrunde. Die Epiphyse muß eine Kappenform in Richtung auf die Diaphyse eingenommen haben. Dieser Befund charakterisiert den Höhepunkt des maximalen Längenwachstums.

2.3 Statistisches Vorgehen

Die am Fernröntgenseitenbild gemessenen Variablen nach ASCHER, JARABAK und HASUND wurden im Institut für medizinische Datenverarbeitung ausgewertet.

2.3.1 Mittelwert, Standardabweichung, Variationskoeffizient

Für die Grundgesamtheit sowie für die einzelnen Probandengruppen (Tab. I) wurden die Mittelwerte ($\bar{x}$), die Standardabweichung (s), der Variationskoeffizient (s^2) sowie kleinster (x_{min}) und größter (x_{max}) Wert berechnet (Tab. IV-X).

2.3.2 Korrelation

Von allen gemessenen Variablen wurden die paarweisen Korrelationen errechnet - in der Gesamtheit aller Probanden sowie differenziert in Geschlechts- und Reifegruppen. Von den Variablen, die die vertikale Dimension charakterisieren, wurden die Korrelationsdiagramme gezeichnet:

ML-NL	DW
ML-NL	WS
DW	WS
ML-NL	SGo-NGn
DW	SGo:NGn

2.3.3 Regressionsanalyse

Um die Verteilung des Diagonalwinkels in Abhängigkeit von sagittalen und vertikalen Relationen zu erklären, wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt.

Auf diese Weise lassen sich die leitenden Variablen, die die Streuung des Diagonalwinkels erklären können, bestimmen.

3. Ergebnisse

Die Ergebnisse der gemessenen Variablen sind den Tabellen III sowie IV bis X zu entnehmen.

3.1 Gesichtstyp und vertikale Dimension

Gesichtstyp

Aus den kephalometrischen Variablen für die Beschreibung des Gesichts (SNA, NL-NSL, NSBa, ML-NSL, SNB, ML-NL) geht hervor, daß bezüglich des Gesichtstypus - als Referenzbasis hierfür wurde primär der Prognathiegrad der Maxilla herangezogen - 61 Probanden in den orthognathen Bereich einzustufen sind. Der Mittelwert für SNA beträgt 79,9° (s = 3,48), der Mittelwert ($\bar{x}$) für den Schädelbasiswinkel 132,31° (s = 4,61). Die Mandibula liegt im Mittel leicht retrognath, $\bar{x}$ = 75,57° (s = 3,48). Der Neigungsgrad der Maxilla (NL-NSL) kann mit $\bar{x}$ = 6,48° (s = 2,85) als anterior, der Neigungsgrad der Mandibula (ML-NSL) mit $\bar{x}$ = 34,65° (s = 5,88) als ausgewogen beschrieben werden.

Die Einteilung des Gesichtstyps auf der Basis des maxillären Prognathiegrades SNA zeigt bei 17 Probanden retrognathe Gesichtsmuster (Mittelwert von SNA = 77,5°, d. h. sehr schwach retrognath). 2 Probanden zeigten ein prognathes Gesichtsmuster (Mittelwert für SNA = 85,5°, d. h. sehr schwach prognath).

Bei Berücksichtigung aller 5 Variablen für die Gesichtstypbeschreibung fällt auf, daß alle Patienten eine orthognathe, wenn auch disharmonische Referenzbasis haben, meist mit schwach retrognather Mandibula.

Vergleicht man die Mittelwerte der Einzelgruppen, differenziert nach Geschlecht und skelettaler Reife (Tab. IV bis X), fällt auf, daß der Prognathiegrad der Maxilla für die Gruppe der Mädchen in der Vorpubertät am kleinsten

ist mit 78,72°, für die der Jungen in der Pubertät am größten, SNA = 80,97°.

Bei der Gegenüberstellung der Gesichtstypvariablen kann generell für alle 4 Geschlechts- und Reifegruppen eine ausgeprägte anteriore Neigung der Maxilla beobachtet werden.

Basaler Trend (Tab. III bis X)

Die sagittale basale Relation charakterisiert im Mittel mit einem ANB-Winkel von $\bar{x}$ = 4,43 eine schwach distale Kieferbasisbeziehung. Dieser Wert liegt im Grenzbereich vom noch neutralen Verhältnis von Mandibula zu Maxilla bis zu einer schwachen Disharmonie zwischen den Kieferbasen, im Sinne einer distalen Relation. Die Standardabweichung mit s = 2,06 ist relativ gering.

Bei differenzierter Betrachtung des ANB-Wertes zeigen 37 Probanden eine neutrale Kieferbasisrelation, 41 Probanden eine distale Relation, charakterisiert durch eine zurückliegende bzw. kleine Mandibula. Der ANB-Winkel ist in diesen Fällen gleich bzw. größer als 4,5°. 2 Probanden zeigten eine Tendenz zur mesialen Kieferbasisrelation, mit einem ANB-Winkel von $\leq$ 0.

Die sagittale Kieferbasisbeziehung variiert bei den 4 untersuchten Gruppen nicht sehr stark, der Winkel ANB zeigte hier Werte zwischen 4 und 4,5°.

Die vertikale basale Relation, die hier besonders interessiert, deutet mit einem Mittelwert für ML-NL von 28,18° (s = 5,65) auf eine Tendenz zur leicht "offenen" interbasalen Relation.

Bei Differenzierung der Probanden nach der vertikalen Relation und in Korrelation zum jeweiligen individuellen Gesichtstyp in offene, ausgewogene oder tiefe Kieferba-

sisbeziehungen, konnte am häufigsten (n = 35) eine ausgewogene Relation festgestellt werden. Eine vergrößerte "offene" interbasale Relation zeigten 31 Probanden, eine verkleinerte "tiefe" Relation 14 Probanden.

Die vertikale Beziehung der Kieferbasen ML-NL weist bei der differenzierten Gruppenbeobachtung eine etwas größere Variation der Mittelwerte auf. Der größte Wert zeigt sich bei der Gruppe der Mädchen im vorpubertären Reifestadium (ML-NL = 30,47°), der geringste Wert bei den Jungen während der Pubertät (ML-NL = 26,82°).

3.2 Kephalometrische Werte der Variablen nach ASCHER (Tab. IV-X)

Der vorrangig interessierende Diagonalwinkel zeigt einen Mittelwert von 49,18° mit einer relativ großen Spannweite von 18° (Abb. IV). Der niedrigste beobachtete Wert beträgt 40°, der höchste 58,5°. Die Standardabweichung liegt bei s = 3,81.

Bei der Gruppendifferenzierung wurde der niedrigste Wert bei den Jungen der vorpubertären Altersstufe mit einem Diagonalwinkel von 47,69°, der höchste Wert bei den Mädchen der vorpubertären Gruppe mit einem Diagonalwinkel von 51,02° beobachtet.

Der Abstand der Maxilla-Mandibula-Senkrechten zum A'-Punkt (MMS : A') beträgt im Mittel -9,46 mm (s = 5,09).

Nach Umzeichnung des Diagonalwinkels in Ausrichtung auf die Norm von 45° beträgt der Abstand der Maxilla-Mandibula-Senkrechten MMS' zu A'-Punkt noch 3,58 mm (s = 4,36). Beide Variablen (MMS : A' und MMS' : A') charakterisieren bei den untersuchten Probanden mit ihren Mittelwerten eine Diskrepanz der Oberkieferbasis zur Unterkieferbasis in der Sagittalen.

Das Untersuchungsgut zeigt ferner, daß sich sowohl MMS : A' als auch MMS' : A' mit zunehmender skelettaler Reife verringert.

3.3 Kephalometrische Werte der Variablen nach JARABAK (Tab.IV-X)

Die Variablen aus der kephalometrischen Analyse nach JARABAK zeigen im Mittel einen Wert für die Winkelsumme von WS = 394,53° (s = 5,76) und für das Gesichtshöhenverhältnis einen Wert von SGo : NGn = 63,27 % (s = 4,62).

Diese Werte charakterisieren nach der Definition von JARABAK einen Gesichtstyp mit ausgewogenem vertikalem und sagittalem Wachstumsmuster ("straight downward"). Berücksichtigt man wieder die Unterteilung nach Geschlecht und skelettaler Reife (Tab. IV - X), so zeigen die Mädchen in der Vorpubertät den höchsten Wert für die Winkelsumme mit WS = 396,67 (s = 5,06), die Jungen in der pubertären Altersstufe den niedrigsten Wert mit WS = 392,52° (s = 6,38).

Das Gesichtshöhenverhältnis ist bei 3 Gruppen im Mittel annähernd gleich groß (~ 62 %), und zwar bei den beiden vorpubertären Gruppen und bei den Mädchen der pubertären Reifestufe. Für die im pubertären Wachstumsschub stehenden Jungen wird ein Gesichtshöhenverhältnis von SGo : NGn von 65,63 % beobachtet. Dies ist nach JARABAK das Merkmal einer anterioren Rotation (counter-clockwise rotation) der Mandibula, die mit einer Vergrößerung der hinteren Gesichtshöhe einhergeht.

Der obere Gonionwinkel beträgt im Mittel Go_1 = 53,88° (s = 3,63), der untere Gonionwinkel Go_2 = 72,72° (s = 4,88).

Die Spannweite für Go_1 beträgt 18°, für Go_2 beträgt sie 23,5°. Der obere Gonionwinkel ist bei der Gruppe der Mädchen im PP_2-Stadium am kleinsten, der untere Gonionwinkel ist am kleinsten bei der Gruppe der Jungen im $MP_{3cap.}$-Stadium. Ein relativ kleiner Go_1-Winkel charakterisiert eine posteriore Rotation der Mandibula, ein kleiner Go_2-Winkel eher eine anteriore Rotation.

3.4 Korrelation der Variablen nach ASCHER und JARABAK

Die paarweisen Korrelationen zwischen den einzelnen gemessenen Variablen von ASCHER und JARABAK sowie den Winkeln ANB und ML-NL sind in Tabelle XI wiedergegeben.

Beim Vergleich der Analysenwerte von ASCHER und JARABAK wird mit r = 0,74 eine gute Korrelation zwischen Diagonalwinkel und Winkelsumme aufgezeigt (Abb. V). Die nächstgünstigste Korrelation fällt zwischen dem Diagonalwinkel und dem Go_2-Winkel mit r = 0,66 auf.

Der Korrelationsgrad von r = -0,61 zeigt ebenfalls einen noch guten Zusammenhang zwischen den Variablen D-Winkel und Gesichtshöhenverhältnis (Abb. VI).

Weiter sind auch die sehr guten Korrelationen zwischen dem vertikalen Interbasalwinkel (ML-NL) und dem Diagonalwinkel mit r = 0,89 und der Winkelsumme mit r = 0,87 von Interesse. Ähnlich hoch ist auch die Korrelation zwischen der Winkelsumme und dem Go_2-Winkel mit r = 0,85.

Auffällig ist, daß die Variable MMS : A' mit der vertikalen Komponente ML-NL ähnlich stark korreliert (r = -0,63) wie MMS : A' mit der sagittalen Komponente, dem ANB-Winkel (r = 0,58).

Eine Korrelation der sagittalen Variablen findet sich in der vorliegenden Untersuchung nur für den ANB-Winkel und MMS, also der Maxilla-Mandibula-Senkrechten des individuell gegebenen Diagonalwinkels ohne Umzeichnung auf die Norm von 45°.

3.5 Regressionsanalyse

Für die Frage, mit welchen kephalometrischen Variablen die Streuung des Diagonalwinkels erklärt werden könnte, wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt, um die sogenannten leitenden Variablen zu bestimmen.

Es ergab sich, daß der Diagonalwinkel durch die Variable ML-NL (vertikale Aussage) und ANB (sagittale Aussage) erklärt werden kann.

Die statistisch ermittelte Gleichung lautet:

$$x_{\text{D-Winkel}} = 31{,}74 + 0{,}58_{\text{ML-NL}} + 0{,}2\ \text{ANB}$$

Mit Hilfe dieser Gleichung kann der Diagonalwinkel der Klassifikation des Gesichtstyps zugeordnet werden (Tab. XII).

V. DISKUSSION

1. Aussage des Diagonalwinkels nach ASCHER

Der Diagonalwinkel nach ASCHER[5] zeigt ebenso wie die anderen Variablen eine Streuung. Dies entspricht der wissenschaftlichen und klinischen Erfahrung in der Kephalometrie (BJÖRK[8-16], HASUND[27], HAUSSER[29], KORKHAUS[40-41], LAVERGNE[44-46] und GASSON[24-25] sowie A. M. SCHWARZ[58-61].

Die differenzierte Betrachtung der Reifestadien, PP_2 = vorpubertär und $MP_{3cap.}$ = pubertär, zeigt ohne Trennung des Geschlechts, daß die Zahl der offenen Relationen im späteren Wachstumsstadium abnimmt, die Zahl der tiefen Relationen zunimmt. So zeigt auch der Diagonalwinkel bei zunehmendem Wachstum eine allerdings geringsgradige Abnahme.

Auch in der Untersuchung von RITZKAT, STEGER und SEEHOLZER war der Wert des Diagonalwinkels am Anfang der Behandlung, also in der früheren Altersstufe, hoch (80 % ≥ 45°).

Durch Wachstumsanpassung und nach Behandlung verkleinerte sich der Wert bei etwa der Hälte der Kinder.

Bei der Diskussion dieser Werte scheint es wichtig darauf hinzuweisen, daß bei allen Probanden das Wachstum noch nicht abgeschlossen ist. Bei 40 Probanden steht die Hauptwachstumszeit noch bevor, bei den anderen 40 Probanden ist der Wachstumshöhepunkt zwar erreicht, jedoch ist auch hier noch wesentliches Wachstum zu erwarten.

Die zu kleine Grundgesamtheit der einzelnen Gruppen erlaubt jedoch nicht, aufgrund der vorliegenden Ergebnisse eine definitive Schlußfolgerung zu ziehen. Zumindest widersprechen die vorliegenden Zahlen nicht der klinischen Erfahrung, die im Mittel eine Verkleinerung der interbasalen Relation mit fortschreitendem Wachstum erwartet.

Die Tatsache, daß das Wachstum im posterioren Gesichtsbereich später einsetzt und dann intensiv verläuft, beobachteten u. a. BJÖRK[11], BRODIE[19], HAUSSER[29], SASSOUNI[52-54], SCHUDY[56-57]). 1956 fand HAUSSER[29], daß im Verlauf des Schädelwachstums das Größenverhältnis von Unterkieferkörper zu aufsteigendem Ast um fast das Doppelte zugunsten des aufsteigenden Astes verändert wurde.

Die Hypothese ASCHERs[5], daß der lineare Abstand der Maxilla-Mandibula-Senkrechten (MMS) vom A'-Punkt die Rücklage der Mandibula kennzeichnet, kann auf der Basis des vorliegenden Untersuchungsgutes bestätigt werden, bei einer Korrelation von MMS : A'-Punkt und ANB mit r = 0,58.

Für die These, daß nach Umzeichnung des Diagonalwinkels auf den Normwert von 45° der restliche lineare Abstand der MMS' vom A'-Punkt die "echte distale Bißlage" der Mandibula definiert (hierbei sollen 5 mm etwa 1 PB charakterisieren), kann

durch die niedrige Korrelation der Variablen MMS' : A' und ANB mit r = 0,35 nicht bestätigt werden.

Generell zeigt die vorliegende Untersuchung, daß durch den Diagonalwinkel und durch die Variable MMS : A' eine gute Vertikalaussage vorgenommen werden kann, während eine Aussage für sagittale Relationen - vergleicht man sie mit dem ANB-Winkel - nur vorsichtig vorgenommen werden sollte. In diesem Zusammenhang ist auch die Aussagekraft des ANB-Winkels zu diskutieren, da der B-Punkt nach DOWNS, isoliert gemessen, nicht das volle Ausmaß der Unterkieferdimension wiederzugeben vermag.

In der Regressionsanalyse wurde der Diagonalwinkel mit den Variablen ANB und ML-NL erklärt. Dabei fiel auf, daß sich der von ASCHER[5] als idealer Funktionswert bezeichnete Winkel von 45° im Bereich der harmonischen mittleren Norm eines orthognathen Gesichtstyps von SNA = 82° befindet.

Dieser Wert von SNA = 82° entspricht dem von A. M. SCHWARZ beschriebenen Fazialwinkel NSe-NA = 85°, der die Lage des Gebisses im Mittelwertschädel charakterisiert.

2. Aussage der Analyse nach JARABAK

Die Variablen aus der Analyse nach JARABAK[38-39] zeigen ebenfalls eine Streuung mit relativ großer Spannweite der gemessenen Werte.

Bei der differenzierten Betrachtung der Reifestadien PP_2 und $MP_{3cap.}$ ohne Trennung des Geschlechts, zeigen die Variablen eine deutliche Zunahme der tiefen Relationen im Wachstumsfortgang: ca. 2° Abnahme bei der Winkelsumme und ca. 2 % Zunahme beim Gesichtshöhenverhältnis. Dies bestätigt wieder die in der Literatur beschriebene Erfahrungstatsache.

Die Mittelwerte befinden sich in dem Bereich, der - nach Auffassung JARABAKs - harmonisch wachsende Gesichtsmuster charak-

terisiert, als Nachweis einer zwischen anteriorer und posteriorer Rotation verlaufenden Wachstumstendenz.

Hier ist die Frage zu diskutieren, ob erwartet werden kann, daß das Unterkieferwachstum in der einmal eingeschlagenen Richtung weiterverlaufen wird:

BROADBENT [18] konnte verschiedene Wachstumsvektoren (ventral und kaudal) im Langzeitversuch nachweisen. SCHUDY [56-57] untersuchte den Einfluß des Wachstums der Molaren und des Alveolarfortsatzes der Maxilla auf die Rotationstendenz der Mandibula.

HIRSCHFELD und MOYERS [33] fanden in longitudinellen Untersuchungsreihen heraus, daß zu verschiedenen Zeiten ein wechselnder Verlauf der Unterkieferwachstumsrichtung stattfindet.

LAVERGNE [44-46] und GASSON [24-25] wiesen posterior und anterior abwechselnde Rotationstendenzen im Implantatversuch nach, ebenso die Auswirkung des maxillären Wachstums auf die mandibuläre Rotation. SCHMUTH [55] untersuchte die Fernröntgenseitenbilder von Patienten, deren Wachstum beeinflußt wurde. Er brachte den Nachweis für gegensätzliche Aussagen zwischen der Winkelsumme und dem Gesichtshöhenverhältnis.

Diese Aussagen bestätigen alle die Annahme, daß die Wachstumsvorgänge am Schädel vielschichtig und komplex verlaufen. Sowohl A. M. SCHWARZ [61] als auch JARABAK [39] und SASSOUNI [53-54] machten auf Kompensationsvorgänge aufmerksam. Von BJÖRK [11,13,14] stammt vor allem die Kenntnis über Appositions- und Resorptionsvorgänge am Kieferrand.

Daher erlauben die beiden Variablen, Winkelsumme und Gesichtshöhenverhältnis, nur eine Aussage über den vorliegenden Gesichtstyp und für die morphologische Beschreibung des Schädelaufbaues. Sie sind nach SCHMUTH [55] jedoch von signifikanter Bedeutung für die Prognose des frontalen Schneidezahnüberbisses.

3. Vergleich der Punkte V. 1. und V. 2.

3.1 Gegenüberstellung der Referenzpunkte und -linien nach ASCHER[3,4,5] und JARABAK[38,39]

Beim Vergleich speziell der Referenzpunkte und -linien von ASCHER und JARABAK interessiert hier der Aussagewert der einzelnen Variablen, die in der vorliegenden Arbeit verwendet wurden.

Die klinische Erfahrung lehrt, daß es bei der Behandlungsplanung zunächst besonders wichtig ist, den individuellen Gesichtstyp festzustellen (HASUND[27], HASUND und JANSON[28], JANSON und HASUND[36], JANSON und RÖHRL[37]). Er weist auf den Schwierigkeitsgrad der Behandlungsaufgabe hin.
In der Analyse nach JARABAK[38-39] erhalten wir bei der Betrachtung der drei Winkel nach BJÖRK[8] eine Aussage über den Gesichtstyp:

Beispiel: 1. Ein großer Sattelwinkel verweist auf posteriore Lokalisation des Gelenkes.

2. Ein kleiner Artikularwinkel kennzeichnet fazialen Prognathismus.

3. Ein großer Gonionwinkel ist das Merkmal eines am Kieferwinkel divergierenden Wachstums mit Tendenz zur Bißöffnung.

Auch das Gesichtshöhenverhältnis weist auf den Gesichtstyp hin, da bei einer relativ kleinen posterioren Gesichtshöhe das Gesicht mehr retrognath erscheint und bei großer posteriorer Gesichtshöhe das Gesicht mehr prognath ausgeprägt ist.

In der Beurteilung des Profils richtet ASCHER[3,4,5] seine ganze Aufmerksamkeit auf die Lage des Pogonions, inwieweit es von der Idealposition auf der Senkrechten durch

den A'-Punkt abweicht. Das Ausmaß dieses linearen Abstandes (MMS' : A') nach der Umzeichnung deutet bei ASCHER auf eine gestörte Harmonie bzw. auf eine Fehlbildung im dento-alveolären Bereich hin.

Nachweislich stellt die Oberkiefergrundebene eine wichtige Bezugsebene für den gesamten Schädelaufbau dar. Sie ist in der Meßmethode nach ASCHER eine Hauptbezugslinie bzw. ihre Parallele durch den Kondylenpunkt K'. Der Neigungsgrad der Oberkiefergrundebene beeinflußt direkt die Gradzahl des Diagonalwinkels.

In den Referenzlinien aus der Analyse von JARABAK, die den sogenannten Wachstumstyp klassifizieren soll, ist diese Linie nicht berücksichtigt.

Der Referenzpunkt K' nach ASCHER gibt durch seine Projektion auf die Tangente T_2 des aufsteigenden Astes einen direkten Hinweis auf Form und Neigung des Kondylus (posterior bzw. anterior). Die Neigung des Kondylus ist nach BJÖRK [11,13,14] ein wichtiges Merkmal bei der Erstellung der Wachstumsprognose.

Folgende wichtige Beobachtung machten LAVERGNE und GASSON[46] in einer Langzeituntersuchung:

Wurden Änderungen im Bezugspunkt C des Kondylus festgestellt, so verliefen sie synchron mit dem jeweiligen Rotationsmuster.

Da im Gesichtshöhenverhältnis nach JARABAK die anatomischen Merkmale des Gelenkbereiches (Höhenlage des Gelenks, anteriore bzw. posteriore Neigung des Gelenks) nicht wiedergegeben sind, sollte man diese Messung niemals isoliert vornehmen, um daraus Informationen über das Wachstumsmuster eines Gesichtes abzuleiten.

3.2 Gegenüberstellung der Aussagen der Analysen von ASCHER und JARABAK nach den vorliegenden Ergebnissen:

Die gute Korrelation zwischen dem Diagonalwinkel und der Winkelsumme mit dem Interbasalwinkel (ML-NL) unter Berücksichtigung des Gesichtstyps, läßt auf eine recht präzise Aussage dieser Variablen für den vertikalen Aufbau des Gesichtes schließen.

Durch die Lokalisation der Referenzpunkte des Diagonalwinkels und der Winkelsumme im Bereich der Schädelgrube und des Kiefergelenks lassen sich Veränderungen in diesem wachstumsintensiven Bereich besonders gut darstellen.

Die Winkelsumme nach BJÖRK[8], die sich aus drei sehr aussagekräftigen Winkeln zusammensetzt, definiert einmal die Neigung zwischen vorderer und hinterer Schädelbasis, dann wird im Wert des Artikularwinkels die Neigung des Kondylus berücksichtigt und schließlich ist der Gonionwinkel, analog dem Kieferwinkel nach ÖDEGAARD [48-49], ein Kriterium bei der Wachstumsprognose.

Für Form und Neigung des Kondylus erlaubt die Meßmethode nach ASCHER [4-5] jedoch eine genauere Aussage für die Struktur des Kondylus als der Artikularwinkel nach BJÖRK, da die Tangente MT_2 nach A. M. SCHWARZ[61] direkt an der posterioren Rundung des Kieferköpfchens anliegt.

Ebenso wie der Kieferwinkel ist auch die Form der Kondylen in der strukturellen Analyse nach BJÖRK[14] ein wichtiges Charakteristikum zur Wachstumsprognose.

Aufgrund der vorliegenden Untersuchung kann jedoch generell keine Aussage über das noch zu erwartende Wachstumsverhalten der skelettalen Teile abgegeben werden. Hierzu bedarf es einer longitudinellen Studie bei unbehandelten Probanden.

Das Gesichtshöhenverhältnis stellt die posteriore und anteriore vertikale Dimension einander gegenüber, erlaubt dabei aber keine Aussage über morphologische Merkmale im Kondylusbereich und für den engeren Gebißbereich. Dieser Gebißbereich ist durch die Oberkiefergrundebene - neben der Mandibularebene - entscheidend charakterisiert. Schon A. M. SCHWARZ [60-61] mißt dieser Schädelebene (SpP) große Bedeutung zu: einmal als Trennungslinie zwischen Gebißschädel und Gehirnschädel, zum anderen als gestaltendes Element auf die Morphologie des Gesichtsschädels. Die Untersuchungen von Wachstumsabläufen, die sowohl durch SCHUDY [56-57] als auch durch LAVERGNE [44-46] und GASSON [24-25] vorgenommen wurden, bestätigen den hervorragenden Einfluß der Oberkieferbasis auf die Ausprägung des gesamten Gesichts.

Mit der Messung des Gesichtshöhenverhältnisses am Fernröntgenseitenbild kann demnach nur ein Teilaspekt des gesamten Schädelaufbaus, ohne Beachtung der Gesichtstiefe und ohne Kenntnis der sagittalen Dimension - Vorgesicht bzw. Rückgesicht - beurteilt werden.

Auch hier gilt es, alle Vorbehalte, die über die Wachstumsaussagen der Methode nach JARABAK gemacht werden, zu bedenken, wenn die Aussagekraft des Diagonalwinkels mit der Analyse von JARABAK verglichen wird.

Die vorliegende Untersuchung bestätigt jedoch die Hypothese ASCHERs [5], daß bei D-Winkelwerten, die ca. 51° übersteigen, eine Rotationstendenz des Unterkiefers im Uhrzeigersinn (clockwise rotation) zu beobachten ist.

Weiter zeigen die Korrelationsdiagramme, daß bei D-Winkelwerten unterhalb 49° das mandibuläre Wachstum einer Tendenz im Gegenuhrzeigersinn (counter-clockwise rotation) entspricht.

VI. SCHLUSSFOLGERUNG

Der Diagonalwinkel nach ASCHER[3,4,5] zeigt ebenso wie andere kephalometrische Variable eine Streuung. Dies entspricht der klinischen und wissenschaftlichen Erfahrung in der Kephalometrie. Der von ASCHER als idealer Wert bezeichnete Winkel von 45° ist dann zu beobachten, wenn sagittale und vertikale Relationen im orthognathen Bereich vorliegen, vergleichbar dem Mittelwertgesicht von A. M. SCHWARZ[58-61] . Die Standardabweichung mit s = 3,81 kann als relativ gering betrachtet werden und entspricht dem Streubereich von SNA (s = 3,48).

Die Streuung des Diagonalwinkels läßt sich im Zusammenhang mit bestimmten kephalometrischen Werten diskutieren. Mit Hilfe einer Regressionsanalyse ließen sich die leitenden Variablen, die die Streuung des Diagonalwinkels erklären können, bestimmen.

Demnach kann der zu einem individuellen Gesichtsmuster zugehörende Diagonalwinkel aus den gegebenen Werten des vertikalen Interbasalwinkels (ML-NL) und des sagittalen Interbasalwinkels (ANB) errechnet werden.

Auf diese Weise läßt sich die Klassifizierung des Gesichtstypus um den Wert des Diagonalwinkels ergänzen.

Daraus folgt, daß einem retrognathen Gesichtstyp bei den vorliegenden Probanden ein höherer Diagonalwinkelwert, dem prognathen Gesichtstyp ein niedrigerer Wert entspricht.

Von den gemessenen kephalometrischen Variablen nach ASCHER und JARABAK sind der Diagonalwinkel und die Winkelsumme mit einer sehr guten Korrelation herauszustellen.

Die außerdem hohe Korrelation des Diagonalwinkels zum Winkel ML-NL wie auch der Winkelsumme zum ML-NL-Winkel läßt die Schlußfolgerung zu, daß diese drei Variablen eine gleichwertige Aussage für die morphologische Beschreibung des Gesichtes

erlauben, insbesondere für die vertikale Dimension innerhalb des Gesichtsschädels.

Weiter läßt sich bei den vorliegenden Probanden mit der Maxilla-Mandibula-Senkrechten vom Pogonion ausgehend - mit Einschränkung - sowohl eine sagittale (ANB zu Diagonalwinkel r = 0,58) als auch eine vertikale (ML-NL zu Diagonalwinkel r = 0,63) Beurteilung der Malokklusion vornehmen.

Die umgezeichnete MMS' in Ausrichtung auf die Norm von 45° läßt bei der niedrigen Korrelation von r = 0,35 mit ANB keinen Schluß auf den skelettalen Charakter einer Dysgnathie in sagittaler Richtung zu.

Erst wenn der Kieferorthopäde die individuelle Variation des Diagonalwinkels in Abhängigkeit der leitenden Variablen zu Hilfe nimmt, kann eine Beurteilung des Schwierigkeitsgrades der vorliegenden Malokklusion abgeleitet werden.

VII. ZUSAMMENFASSUNG

Anhand der internationalen Literatur wurde das Bemühen um eine Analyse des Fernröntgenseitenbildes im Hinblick auf sagittale und insbesondere vertikale Relationen der Gesichtsschädelmorphologie geschildert.

Von 80 Mädchen und Jungen wurde mit Hilfe des Handröntgenbildes eine vorpubertäre (PP_2) und eine pubertäre ($MP_{3cap.}$) Gruppe differenziert.

Zur genaueren Orientierung des Untersuchungsgutes wurde primär der Gesichtstyp aus der Analyse nach HASUND[27] bestimmt. Anschließend wurde der Diagonalwinkel nach ASCHER gemessen sowie eine Umzeichnung auf den Normwert von 45° vorgenommen.

Aus der Analyse nach JARABAK wurde die Winkelsumme (BJÖRK) gemessen und das Gesichtshöhenverhältnis berechnet sowie oberer und unterer Gonionwinkel in den Erhebungsbogen eingetragen.

Abschließend wurde der sagittale und der vertikale Interbasalwinkel eingetragen.

Bezogen auf die Grundgesamtheit der 80 Probanden konnten 31 offene, 35 ausgewogene und 14 tiefe Basisrelationen festgestellt werden.

Der Gesichtstyp nach der Klassifizierung von HASUND[27] wurde bei 17 Probanden als retrognath, bei 61 Probanden als orthognath und bei 2 Probanden als prognath eingestuft.

In der Summenbetrachtung befanden sich 41 Probanden in der Klasse-II-, 37 in der Klasse-I- und 2 Probanden in der Klasse-III-Relation.

Der Diagonalwinkel zeigte wie alle kephalometrischen Variablen eine Streuung, wobei der Wert von 45° im Bereich des harmonisch orthognathen Gesichts von SNA = 82° gemessen wurde.

In einer Regressionsanalyse wurde der Diagonalwinkel durch die Variablen ML-NL und ANB erklärt. Es zeigte sich, daß zu unterschiedlichen Gesichtstypen ein unterschiedlich großer Diagonalwinkel auffällt.

Auf der Basis der untersuchten Probanden wurde festgestellt, daß einem retrognathen Gesichtstyp ein höherer Diagonalwinkel, einem prognathen Gesichtstyp ein niedrigerer Wert für den Diagonalwinkel entspricht.

Die Variablen nach JARABAK[38-39] und ASCHER [3-5] sind in ihrer Aussage einander in etwa gleichwertig, sofern man die individuelle Variation des Diagonalwinkels in Abhängigkeit der leitenden Variablen zu Hilfe nimmt. Dann läßt sich eine Beurteilung des Schwierigkeitsgrades der vorliegenden Dysgnathie durchführen.

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

1. ASCHER, F.: Praktische Kieferorthopädie.
Verlag Urban & Schwarzenberg, München, Berlin, Wien 1968

2. ASCHER, F.: Der totale Zahnersatz unter den Bedingungen des Gesichtsschädelaufbaus.
Verlag Urban & Schwarzenberg, München, Berlin, Wien 1971

3. ASCHER, F.: Die Rekonstruktion der Bißhöhe nach Verlust des natürlichen Zahnbestandes.
Dtsch. zahnärztl. Z. 28, 18 (1973)

4. ASCHER, F.: Die rekonstruierte Bißhöhe im Anwendungsbereich der kieferorthopädischen Prothetik und der chirurgischen Kieferorthopädie.
Fortschr. Kieferorthop. 36, 98 (1975)

5. ASCHER, F.: Der Diagonalwinkel als Richtwert für Diagnose, Prognose und Therapie.
Fortschr. Kieferorthop. 37, 52 (1976)

6. BIMLER, H. P.: Lineare Messungen am Fernröntgenbild.
Fortschr. Kieferorthop. 36, 34 (1975)

7. BISCHOFF, P., JANSON, I.: Kontrolle der Wachstumstendenz für die Mandibula.
Fortschr. Kieferorthop. (im Druck)

8. BJÖRK, A.: The face in Profile.
Odontologisk Boghandels Forlag, Copenhagen 1947

9. BJÖRK, A.: Facial growth in man, studied with the aid of metallic implants.
Acta odont. scand. 13, 9 (1955)

10. BJÖRK, A.: The relationship of the jaws to the cranium.
In: Introduction to Orthodontics. Ed. Lundström, McGraw-Hill Co., London 1960, S. 104

11. BJÖRK, A.: Variations in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implant method.
J. dent. Res. 42, 400 (1963)

12. BJÖRK, A.: Sutural growth of the upper face, studied by the implant method.
Trans. Europ. Orthodont. Soc. 1964, S. 49
Acta odont. scand. 24, 109 (1966)

13. BJÖRK, A.: The use of metallic implants in the study of facial growth in children: Method and application. Amer. J. phys. Anthrop. 29, 243 (1968)

14. BJÖRK, A.: Prediction of mandibular growth rotation. Amer. J. Orthodont. 55, 585 (1969)

15. BJÖRK, A., HELM, S.: Prediction of the age of maximum puberal growth in body height. Angle Orthodont. 37, 134 (1967)

16. BJÖRK, A., SKIELLER, V.: Gesichtsentwicklung und Zahneruption. Implantatstudie im Pubertätsalter. Inf. Orthodont. u. Kieferorthop. 9, 363 (1977) Übers. aus: Amer. J. Orthodont. 62, 339 (1972)

17. BROADBENT, B. H.: A new X-ray technique and its application to orthodontia. Angle Orthodont. 1, 45 (1931)

18. BROADBENT, B. H.: The face of the normal child. Angle Orthodont. 7, 183 (1937)

19. BRODIE, A. G.: On the growth pattern of the human head from the third month to the eighth year of life. Amer. J. Anat. 68, 209 (1941)

20. BRODIE, A. G.: Wie wir den Gesichtsschädel erforschten. Fortschr. Kieferorthop. 20, 105 (1959)

21. COSTER, L. de: The network method of orthodontic diagnosis. Angle Orthodont. 9, 1 (1939)

22. DOWNS, W. B.: Variations in facial relationships: Their significance in treatment and prognosis. Amer. J. Orthodont. 34, 812 (1948)

23. DOWNS, W. B.: The role of cephalometrics in orthodontic analysis and diagnosis. Amer. J. Orthodont. 38, 3 (1952)

24. GASSON, N., LAVERGNE, J.: Maxillary rotation during human growth. Annual variation and correlation with mandibular rotation. Acta odont. scand. 35, 13 (1977)

25. GASSON, N., LAVERGNE, J.: The maxillary rotation in relation to the cranial base and the mandibular corpus. An implant study. Acta odont. scand. 35, 89 (1977)

26. HASUND, A.: Okklusjon og facialkranium i middelalderbefolkningen i Oslo og Heidal. Thesis, University of Bergen 1966

27. HASUND, A.: Klinische Kephalometrie für die BERGEN-Technik. Kieferorthop. Abteilung der Universität Bergen, Bergen/Norwegen 1973

28. HASUND, A., JANSON, I.: Der kieferorthopädische Behandlungsplan - Organisation und Dokumentation. Carl Hanser Verlag, München, Wien 1978

29. HAUSSER, E.: Schädelaufbau bei anatomisch korrekter Okklusion. Fortschr. Kieferorthop. 17, 175 (1956)

30. HAUSSER, E.: Vortrag, gehalten anläßlich der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie in Göttingen. Fortschr. Kieferorthop. 36, 261 (1975)

31. HAUSSER, E.: Die Bedeutung der Kiefer-, Gesichts- und Schädelbeziehungen im Fernröntgenbild als diagnostisches Hilfsmittel. Fortschr. Kieferorthop. 37, 413 (1976)

32. HELM, S., SIERSBAEK-NIELSEN, S., SKIELLER, V., BJÖRK, A.: Skeletal maturation of the hand in relation to maximal puberal growth in body height. Tandlaegebladet 75, 1223 (1971)

33. HIRSCHFELD, W. J., MOYERS, R. E.: Prediction of craniofacial growth. The state of the art. Amer. J. Orthodont. 60, 435 (1971)

34. HOFRATH, H.: Die Bedeutung der Röntgenfern- und Abstandsaufnahme für die Diagnostik der Kieferanomalien. Fortschr. Kieferorthop. 1, 232 (1931)

35. JANSON, I.: Skelettale und dento-alveoläre Änderungen durch die Bionatorbehandlung in der vorpubertären und pubertären Wachstumszeit. Habilitationsschrift, München 1972 Quintessenz-Verlag (im Druck)

36. JANSON, I., HASUND, A.: Cephalometric guidance for the positioning of the lower incisors. Europ. J. Orthodont. (in press)

37. JANSON, I., RÖHRL, M.: Variationen der neutralen Bißlage. Fortschr. Kieferorthop. 35, 163 (1974)

38. JARABAK, J. R.: Vortrag anläßlich der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie in Göttingen 1974 Fortschr. Kieferorthop. 36, 272 (1975)

39. JARABAK, J. R., FIZZELL, J. A.: Technique and Treatment with the Light-Wire Edgewise Appliance. 2nd ed. The C. V. Mosby Comp., St. Louis 1972

40. KORKHAUS, G.: Die Auswertung des Fernröntgenbildes in der Kieferorthopädie.
Fortschr. Orthodontik u. Kinderzahnheilk.
In: Dtsch. Zahn-, Mund- u. Kieferheilk. 3,
715 (1936)

41. KORKHAUS, G.: Die Bedeutung des Fernröntgenbildes für die kieferorthopädische Praxis.
Fortschr. Kieferorthop. 20, 1 (1959)

42. KROGMAN, W. M., SASSOUNI, V.: Syllabus in roentgenographic cephalometry.
Center for Research in Child Growth, Philadelphia 1957

43. LAGER, H.: Individuelle Wachstumstypen nach dem Stadium der Reife als Grundlage für die Behandlung des Distalbisses und der sagittalen Stufe.
Inf. Orthodont. u. Kieferorthop. 2,

44. LAVERGNE, J.: Facial rotations and their influence on the morphogenesis of malocclusions. An implant study.
Thesis, University of Bergen 1976

45. LAVERGNE, J., GASSON, N.: A metal implant study of mandibular rotation.
Angle Orthodont. 46, 144 (1976)

46. LAVERGNE, J., GASSON, N.: Operational definitions of mandibular morphogentic and positional rotation.
Scand. J. dent. Res. 85, 185 (1977)

47. MOYERS, R. E.: Handbook of Orthodontics. 3rd ed.
Year Book Medical Publ., Chicago 1973

48. ÖDEGAARD, J.: Growth of the mandible studied with the aid of metal implants.
Amer. J. Orthodont. 57, 145 (1970)

49. ÖDEGAARD, J.: Mandibular rotation studied with the aid of metal implants.
Amer. J. Orthodont. 58, 448 (1970)

50. RICKETTS, R. M.: The value of cephalometrics and computerized technology.
Angle Orthodont. 42, 179 (1972)

51. RITZKAT, S., STEGER, E., SEEHOLZER, H.: Der Diagonalwinkel. Ein Beitrag zur kieferorthopädischen Diagnostik und Prognosestellung.
Zahnärztl. Prax. 26, 395 (1975)

52. SASSOUNI, V.: The face in five dimensions.
School of dentistry publication, West Virginia University, Morgantown 1962

53. SASSOUNI, V.: Skelettal facial types.
Amer. J. Orthodont. 55, 109 (1969)

54. SASSOUNI, V.: Orthodontics in Dental Practice.
C. V. Mosby Comp., St. Louis 1971

55. SCHMUTH, G. P. F., MADRE, D.: Prediction of growth rotation of the lower jaw and the modification of overbite.
Europ. J. Orthodont. 1, 155 (1979)

56. SCHUDY, F. F.: Vertical growth versus anteroposterior growth as related to function and treatment.
Angle Orthodont. 34, 75 (1964)

57. SCHUDY, F. F.: The rotation of the mandible resulting from growth: its implications in orthodontic treatment.
Angle Orthodont. 35, 36 (1965)

58. SCHWARZ, A. M.: Gebißwinkel und Profil.
Dtsch. Z. f. Zahn-, Mund- u. Kieferheilk. 3, 11 (1935)

59. SCHWARZ, A. M.: Das Röntgenbild im Dienste der Gebißregelung.
Z. Stomat. 34, 513 (1936)

60. SCHWARZ, A. M.: Lehrgang der Gebißregelung.
Verlag Urban & Schwarzenberg, Wien 1937

61. SCHWARZ, A. M.: Die Röntgenostatik.
Verlag Urban & Schwarzenberg, Wien 1958

62. SIMON, P. W.: Grundzüge einer systematischen Diagnostik der Gebißanomalien.
H. Meusser, Berlin 1922

63. STEINER, C. C.: Cephalometrics for you and me.
Amer. J. Orthodont. 39, 729 (1953)

64. STEINER, C. C.: The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontic treatment.
Amer. J. Orthodont. 46, 721 (1960)

65. TWEED, C. H.: The Francfort mandibular incisor angle (FMIA) in orthodontic diagnosis, treatment planning and prognosis.
Angle Orthodont. 24, 121 (1954)

66. VIRCHOW, R.: Untersuchungen über die Entwicklung des Schädelgrundes im gesunden und krankhaften Zustande und über den Einfluß derselben auf Schädelform, Gesichtsbildung und Gehirnbau. Georg Reimer, Berlin 1857

67. WELCKER, H.: Wachstum und Bau des menschlichen Schädels. Verlag Wilhelm Engelmann, Leipzig 1862

68. WELCKER, H.: Das Profil des menschlichen Schädels mit Röntgenstrahlen am Lebenden dargestellt. Correspondenz Blatt Deutsche Gesellschaft für Anthropologie 27 (1896)

Diagonalwinkel n. ASCHER

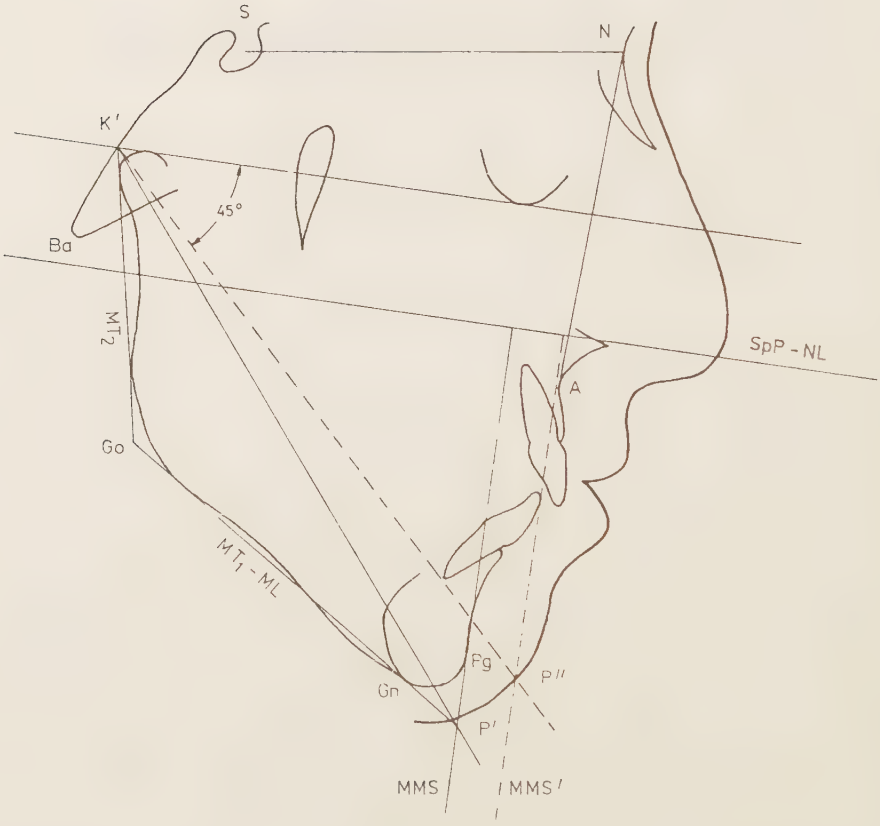


Abb. I

Gesichtshöhenverhältnis und Winkelsumme
nach JARABAK

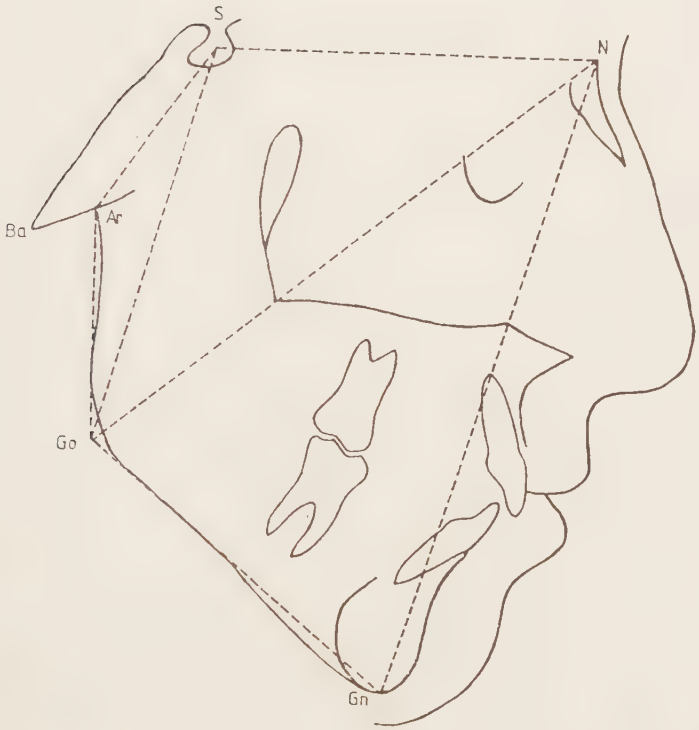


Abb. II

Klassifikation des Gesichtstyps
nach HASUND

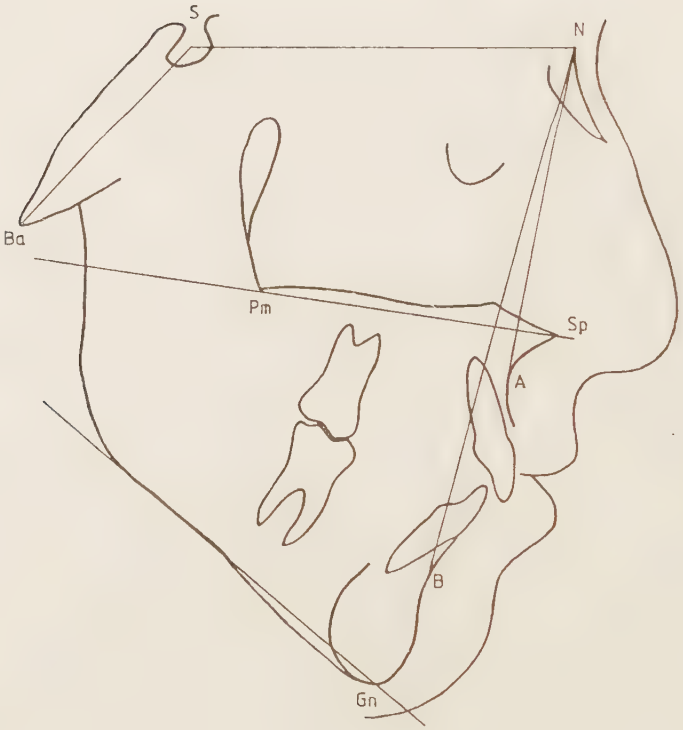


Abb. III

Verteilung des Diagonalwinkels in der Gesamtgruppe

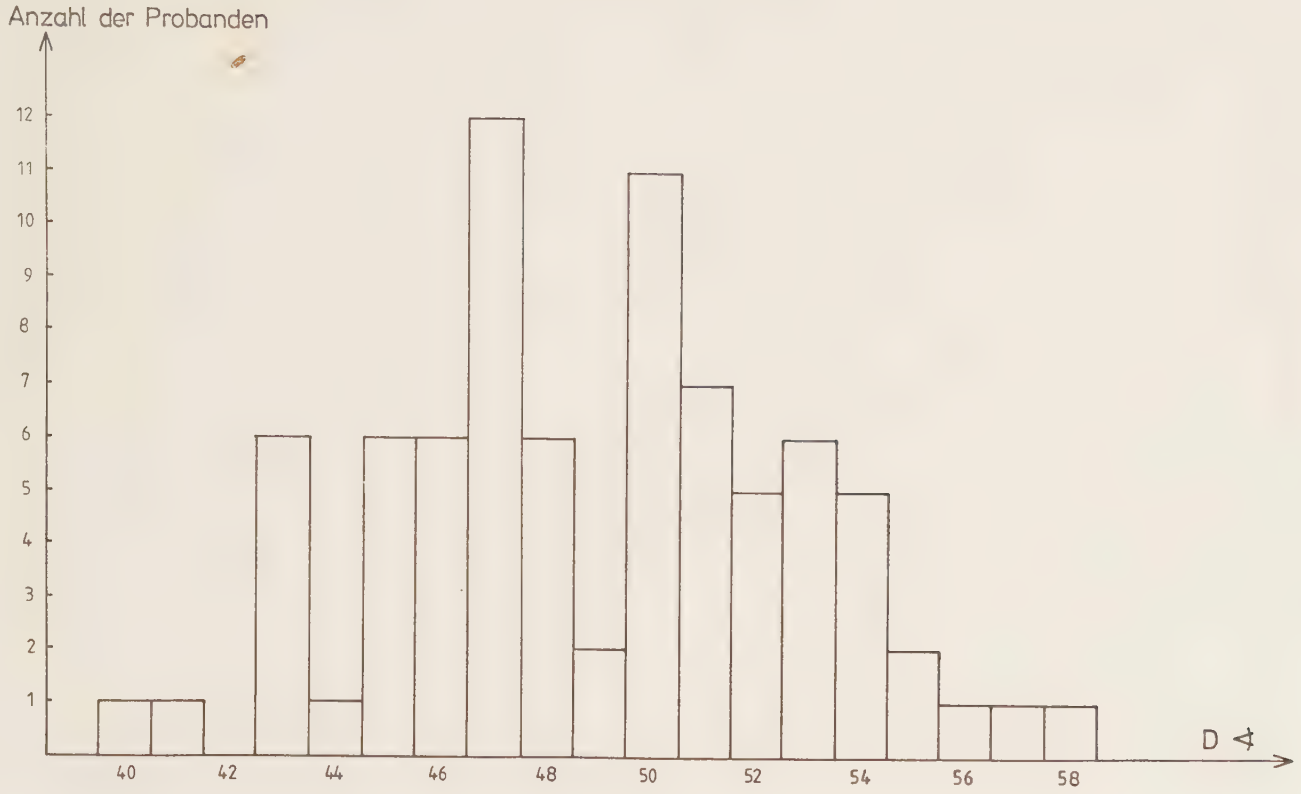


Abb. IV

80 Patienten
Jungen und Mädchen

PP_2 $MP_{3\ cap}$

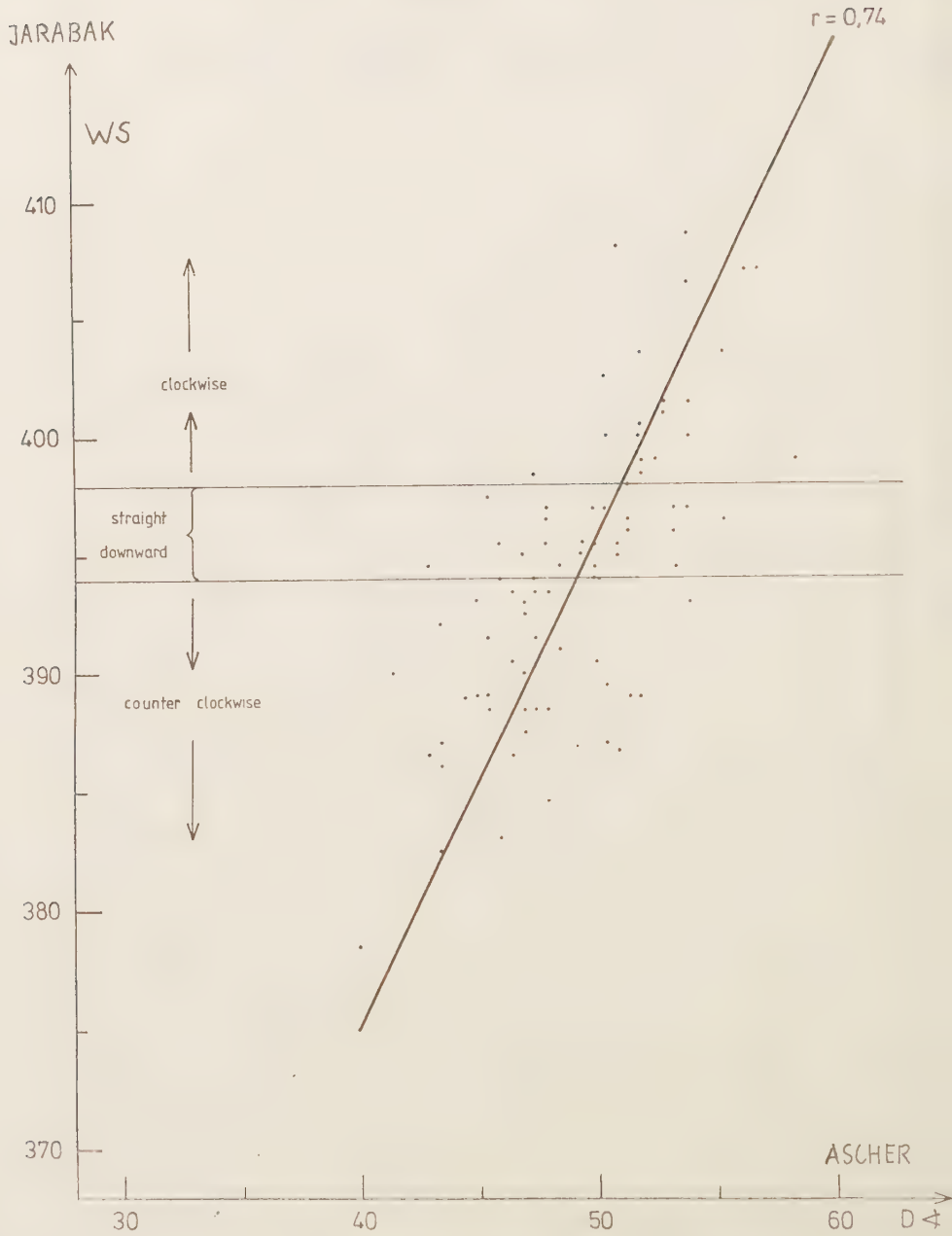


Abb. V

SGo:
NGn
80 Patienten
Jungen und Mädchen
PP2
MP3cap
r = - 0,61
80
70
60
50
40
counter clockwise
straight
downward
clockwise
ASCHER
30
40
50
60

Abb. VI

Geschlecht	♀		♂	
Skelettale Reife	PP_2	MP_{3cap}	PP_2	MP_{3cap}
Σ 80	20	20	20	20
	40		40	

Tab. I: Anzahl der untersuchten Probanden (n = 80), differenziert nach Geschlecht und skelettaler Reife.

10 Mädchen / skelettale Reife MP_{3cap}														
	Variable nach												sag. Dim.	vert. Dim.
	HASUND					ASCHER			JARABAK					
Name	SNA	NL-NSL	NS Ba	ML-NSL	SNB	DW	A': MMS	A': MMS'	WS	SGo: NGn	Go_1	Go_2	ANB	ML-NL

Tab. II: Beispiel eines Erhebungsbogens

Geschlecht:	40 Mädchen	
skelettale Reife	20 PP_2	20 MP_{3cap}
1. Gesichtstyp		
retrognath	4	3
orthognath	16	17
prognath	0	0
2. basaler Trend		
sagittal		
distal	10	10
neutral	10	10
mesial	0	0
vertikal		
offen	11	7
ausgewogen	6	11
tief	3	2

Geschlecht:	40 Jungen	
skelettale Reife	20 PP_2	20 MP_{3cap}
1. Gesichtstyp:		
retrognath	6	4
orthognath	14	14
prognath	0	2
2. basaler Trend:		
sagittal		
distal	10	11
neutral	9	8
mesial	1	1
vertikal		
offen	6	7
ausgewogen	11	7
tief	3	6

Variable nach HASUND	$\bar{x}$	s	Min	Max
SNA	79,90	3,48	70,00	88,50
NL-NSL	6,48	2,85	0	13,50
NSBa	132,31	4,61	117,50	144,50
ML-NSL	34,65	5,88	28,50	49,00
SNB	75,57	3,48	66,50	86,50
ANB	4,43	2,06	-0,50	10,5
ML-NL	28,18	5,65	14,50	43,00
Variable nach ASCHER				
D-Winkel	49,18	3,81	40,00	58,50
MMS:A'	-9,46	5,09	-22,00	8,50
MMS':A'	-3,58	4,36	-12,00	13,00
Variable nach JARABAK				
Σ -Winkel	394,53	5,76	378,50	408,00
SGo:NGn	63,27	4,62	50,00	77,80
Go_1-Winkel	53,88	3,63	44,00	62,00
Go_2-Winkel	72,72	4,88	61,00	84,50

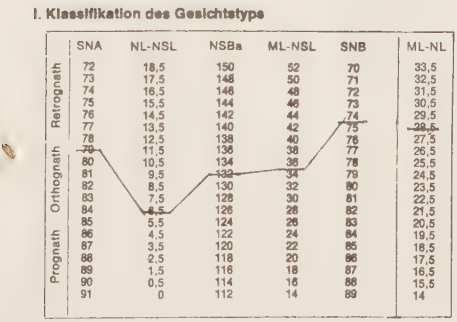
Tab. IV: Variable nach HASUND, ASCHER, JARABAK, Grundgesamtheit der 80 Probanden

I. Klassifikation des Gesichtstyps

	SNA	NL-NSL	NSBa	ML-NSL	SNB	ML-NL
Prognath	72	18,5	150	52	70	33,5
	73	17,5	148	50	71	32,5
	74	16,5	146	48	72	31,5
	75	15,5	144	46	73	30,5
	76	14,5	142	44	74	29,5
Retrognath	77	13,5	140	42	75	~~28,5~~
	78	12,5	138	40	76	27,5
	79	11,5	136	38	77	26,5
Orthognath	~~80~~	10,5	134	36	78	25,5
	81	9,5	~~132~~	~~34~~	79	24,5
	82	8,5	130	32	80	23,5
	83	7,5	128	30	81	22,5
	84	~~6,5~~	126	28	82	21,5
	85	5,5	124	26	83	20,5
Prognath	86	4,5	122	24	84	19,5
	87	3,5	120	22	85	18,5
	88	2,5	118	20	86	17,5
	89	1,5	116	18	87	16,5
	90	0,5	114	16	88	15,5
	91	0	112	14	89	14

Variable nach HASUND	$\bar{x}$	s	Min	Max
SNA	79,21	3,44	70,00	85,5
NL-NSL	6,56	3,04	2,0	13,5
NSBa	132,29	4,18	124,5	144,5
ML-NSL	35,31	5,56	23,0	49,0
SNB	74,79	3,14	66,5	81,0
ANB	4,27	2,33	-0,5	10,5
ML-NL	28,77	4,8	20,0	40,5
Variable nach ASCHER				
D-Winkel	49,36	3,23	43,0	55,5
MMS:A'	-10,11	3,99	-22,0	-2,0
MMS':A'	-4,33	3,69	-11,0	3,5
Variable nach JARABAK				
Σ-Winkel	395,28	5,49	382,00	408,0
SGo:NGn	62,45	4,39	50,0	70,1
Go_1-Winkel	53,92	3,36	47,0	62,0
Go_2-Winkel	72,98	4,43	65,0	84,5

Tab. V: Variable nach HASUND, ASCHER, JARABAK, PP_2-Stadium (Jungen und Mädchen)



Variable nach HASUND	$\bar{x}$	s	Min	Max
SNA	80,59	3,42	72,0	88,5
NL-NSL	6,39	2,69	0	11,0
NSBa	132,32	5,06	117,5	142,5
ML-NSL	33,99	6,19	18,5	47,5
SNB	76,34	3,67	70,0	86,5
ANB	4,07	1,8	-0,5	7,5
ML-NL	27,58	6,4	14,5	43,0
Variable nach ASCHER				
D-Winkel	48,99	4,35	40,0	58,5
MMS:A'	-8,81	5,97	-19,5	8,5
MMS':A'	-2,82	4,88	-12,0	13,0
Variable nach JARABAK				
Σ -Winkel	393,79	5,99	378,5	407,0
SGo:NGn	64,09	4,76	55,1	77,8
Go_1-Winkel	53,84	3,92	44,0	61,5
Go_2-Winkel	72,46	5,33	61,0	84,5

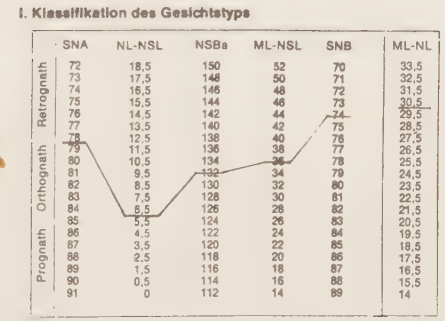
Tab. VI: Variable nach HASUND, ASCHER, JARABAK, $\bar{M}P_{3cap}$-Stadium (Jungen und Mädchen)

I. Klassifikation des Gesichtstyps

	SNA	NL-NSL	NSBa	ML-NSL	SNB	ML-NL
Retrognath	72	18,5	150	52	70	33,5
	73	17,5	148	50	71	32,5
	74	16,5	146	48	72	31,5
	75	15,5	144	46	73	30,5
	76	14,5	142	44	74	29,5
	77	13,5	140	42	75	28,5
	78	12,5	138	40	76	27,5
Orthognath	79	11,5	136	38	77	26,5
	80	10,5	134	36	78	25,5
	81	9,5	132	34	79	24,5
	82	8,5	130	32	80	23,5
	83	7,5	128	30	81	22,5
	84	6,5	126	28	82	21,5
	85	5,5	124	26	83	20,5
Prognath	86	4,5	122	24	84	19,5
	87	3,5	120	22	85	18,5
	88	2,5	118	20	86	17,5
	89	1,5	116	18	87	16,5
	90	0,5	114	16	88	15,5
	91	0	112	14	89	14

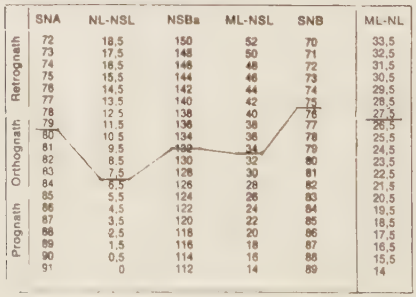
Variable nach HASUND	$\bar{x}$	s	Min	Max
SNA	78,82	3,26	70,0	85,00
NL-NSL	6,17	2,70	2,00	11,50
NSBa	131,74	4,33	124,50	144,50
ML-NSL	36,64	2,91	28,50	46,50
SNB	74,02	2,91	66,50	78,50
ANB	4,50	2,23	2,00	10,50
ML-NL	30,47	4,92	21,00	40,50
Variable nach ASCHER				
D-Winkel	51,02	3,01	44,50	55,50
MMS:A'	-11,22	4,27	-22,00	-3,50
MMS':A'	-3,42	3,98	-11,00	3,50
Variable nach JARABAK				
Σ-Winkel	396,67	5,06	388,00	406,50
SGo:NGn	62,26	3,98	55,50	68,39
Go_1-Winkel	52,94	2,79	48,50	58,00
Go_2-Winkel	73,92	4,72	67,00	84,5

Tab. VII: Variable nach HASUND, ASCHER, JARABAK, Mädchen PP_2



Variable nach HASUND	$\bar{x}$	s	Min	Max
SNA	79,59	3,65	72,00	85,50
NL-NSL	6,95	3,38	2,50	13,50
NSBa	132,84	4,07	127,00	143,50
ML-NSL	33,97	5,88	23,00	49,00
SNB	75,57	3,24	68,50	81,00
ANB	4,05	2,45	-0,5	7,50
ML-NL	27,07	4,13	20,00	36,00
Variable nach ASCHER				
D-Winkel	47,69	2,56	43,00	52,00
MMS:A'	-9,00	3,44	-15,00	-2,00
MMS':A'	-5,25	3,22	-11,00	0
Variable nach JARABAK				
Σ-Winkel	393,89	5,69	383,00	408,00
SGo:NGn	62,64	4,86	50,00	70,1
Go_1-Winkel	54,89	3,67	47,00	62,00
Go_2-Winkel	72,04	4,02	65,00	79,50

Tab. VIII: Variable nach HASUND, ASCHER, JARABAK, Jungen PP_2



Variable nach HASUND	$\bar{x}$	s	Min	Max
SNA	80,22	2,74	76	85,50
NL-NSL	7,07	2,64	0	11
NSBa	133,57	4,25	126,50	142,50
ML-NSL	35,44	5,59	27	47,50
SNB	75,92	2,50	71,50	80,50
ANB	4,1	1,61	0,5	7,5
ML-NL	28,34	5,32	20,00	38,00
Variable nach ASCHER				
D-Winkel	49,24	4,11	41,00	57,00
MMS:A'	-8,87	5,89	-17,00	8,5
MMS':A'	-2,50	5,03	-8,5	13,00
Variable nach JARABAK				
Σ-Winkel	395,07	5,43	386,50	407,00
SGo:NGn	62,55	3,34	55,10	67,39
Go_1-Winkel	53,12	4,01	44,00	61,50
Go_2-Winkel	73,17	4,93	66,00	84,5

Tab. IX: Variable nach HASUND, ASCHER, JARABAK, Mädchen MP_{3cap}

I. Klassifikation des Gesichtstyps

	SNA	NL-NSL	NSBa	ML-NSL	SNB	ML-NL
Retrognath	72	18,5	150	52	70	33,5
	73	17,5	148	50	71	32,5
	74	16,5	146	48	72	31,5
	75	15,5	144	46	73	30,5
	76	14,5	142	44	74	29,5
	77	13,5	140	42	75	~~28,5~~
	78	12,5	138	40	76	27,5
	79	11,5	136	38	77	26,5
	80	10,5	134	36	78	25,5
Orthognath	81	9,5	132	34	79	24,5
	82	8,5	130	32	80	23,5
	83	7,5	128	30	81	22,5
	84	6,5	126	28	82	21,5
	85	5,5	124	26	83	20,5
	86	4,5	122	24	84	19,5
	87	3,5	120	22	85	18,5
	88	2,5	118	20	86	17,5
	89	1,5	116	18	87	16,5
	90	0,5	114	16	88	15,5
Prognath	91	0	112	14	89	14

Variable nach HASUND	$\bar{x}$	s	Min	Max
SNA	80,97	4,02	72,00	88,50
NL-NSL	5,72	2,63	1,00	11,00
NSBa	131,07	5,59	117,50	138,00
ML-NSL	32,54	6,56	18,50	47,00
SNB	76,77	4,58	70,00	86,50
ANB	4,05	2,01	-0,5	7,00
ML-NL	26,82	7,39	14,5	43,00
Variable nach ASCHER				
D-Winkel	48,74	4,68	40,00	58,50
MMS:A'	-8,75	6,20	-19	5
MMS':A'	-3,15	4,83	-12	5,5
Variable nach JARABAK				
Σ-Winkel	392,52	6,38	378,5	407,00
SGo:NGn	65,63	5,50	55,39	77,8
Go_1-Winkel	54,57	3,78	48	60
Go_2-Winkel	71,74	5,73	61	84,50

Tab. X: Variable nach HASUND, ASCHER, JARABAK, Jungen MP_{3cap}

I. Klassifikation des Gesichtstyps

	SNA	NL-NSL	NSBa	ML-NSL	SNB	ML-NL
Retrognath	72	18,5	150	52	70	33,5
	73	17,5	148	50	71	32,5
	74	16,5	146	48	72	31,5
	75	15,5	144	46	73	30,5
	76	14,5	142	44	74	29,5
	77	13,5	140	42	75	28,5
	78	12,5	138	40	76	27,5
Orthognath	79	11,5	136	38	77	26,5
	80	10,5	134	36	78	25,5
	81	9,5	132	34	79	24,5
	82	8,5	130	32	80	23,5
	83	7,5	128	30	81	22,5
	84	6,5	126	28	82	21,5
	85	5,5	124	26	83	20,5
Prognath	86	4,5	122	24	84	19,5
	87	3,5	120	22	85	18,5
	88	2,5	118	20	86	17,5
	89	1,5	116	18	87	16,5
	90	0,5	114	16	88	15,5
	91	0	112	14	89	14

Korrelationen der Variablen nach Ascher und Jarabak

Tab. XI

Analysen: Ascher / Jarabak	D ∢	MMS : A'	MMS' : A'	ANB	ML-NL
Σ ∢	0,74	- 0,53	0,21	0,2	0,87
SGo : NGn	- 0,61	0,41	- 0,19	- 0,09	- 0,79
Go_1	- 0,43	0,23	- 0,19	- 0,19	- 0,15
Go_2	0,66	- 0,39	0,31	0,14	0,85
ANB	0,27	- 0,58	- 0,35	-	-
ML-NL	0,89	- 0,63	0,25	-	-

Klassifikation des Gesichtstyps und Diagonalwinkel

SNA	NL-NSL	NSBa	ML-NSL	SNB	ML-NL	D ∢
72	18,5	150	52	70	33,5	51,57
73	17,5	148	50	71	32,5	50,99
74	16,5	146	48	72	31,5	50,41
75	15,5	144	46	73	30,5	49,83
76	14,5	142	44	74	29,5	49,25
77	13,5	140	42	75	28,5	48,67
78	12,5	138	40	76	27,5	48,09
79	11,5	136	38	77	26,5	47,51
80	10,5	134	36	78	25,5	46,93
81	9,5	132	34	79	24,5	46,35
82	8,5	130	32	80	23,5	45,77
83	7,5	128	30	81	22,5	45,19
84	6,5	126	28	82	21,5	44,61
85	5,5	124	26	83	20,5	44,03
86	4,5	122	24	84	19,5	43,45
87	3,5	120	22	85	18,5	42,87
88	2,5	118	20	86	17,5	42,29
89	1,5	116	18	87	16,5	41,71
90	0,5	114	16	88	15,5	41,13
91	0	112	14	89	14,5	40,26

$$D \sphericalangle = 31{,}74 + 0{,}58\ ML\text{-}NL + 0{,}2\ ANB$$

X. DANKSAGUNG

Frau Priv. Doz. Dr. Ingrid Janson danke ich sehr herzlich für die Überlassung des Dissertationsthemas und für die freundliche Unterstützung während der Arbeit.
Auch den Mitarbeiterinnen der Praxis Dres. Janson, Fräulein R. Rex und Frau H. Scheck, meinen besten Dank.

Mein Dank gilt ebenfalls Herrn Prof. Dr. Felix Ascher, der die Anregung zur vorliegenden Problemstellung gab.

Weiter danke ich Herrn Prof. Dr. Arnulf Stahl für die Übernahme des Koreferates sowie für wertvolle Anregungen und Hinweise.

Herrn Dipl. Math. Dr. C. Sievi und Herrn Dipl. Inf. Ch. Thieme danke ich für die Beratung und statistische Auswertung des vorliegenden Untersuchungsmaterials.

XI. LEBENSLAUF

Name:	Ursula Greser, geb. Kränzlein	
Geburtsdatum:	30.6.1935	
Geburtsort:	Dinkelsbühl	
Vater:	Eugen Kränzlein, Bankkaufmann	
Mutter:	Paula Kränzlein, geb. Weidner, Hausfrau	
Schulbildung:	1941-1945	Volksschule Dinkelsbühl
	1945-1953	Realgymnasium Dinkelsbühl
	1953	Reifeprüfung
Beruflicher Werdegang:	1953-1954	Tätigkeit in zahnärztlichem Praxislabor
	1954-1959	Studium der Zahnheilkunde an der Ludwig Maximilians-Universität in München
	1959	Staatsexamen und Bestallung als Zahnärztin
	1976-1980	Assistentin in kieferorthopädischer Praxis, ab 1978 als Weiterbildungsassistentin für Kieferorthopädie
	1980	seit Juli Weiterbildungsassistentin in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität München.